



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**  
**DE: Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

José Carlos Macedo Sajami

**ASESOR:**

Mg. Marcial Rene Zuñiga Muñoz

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**Lima – Perú**

2018 – II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) José Carlos Macedo Sajami, cuyo título es: "Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (Quince).

Lima, San Juan de Lurigancho, 14 de Diciembre del 2018

  
.....  
Dr. Robert Julio Contreras Rivera  
PRESIDENTE  
.....  
Dr. Javier Francisco Panta Salazar  
SECRETARIO  
.....  
Mg. Roberto Farfán Martínez  
VOCAL

Elabora

Dirección de  
Investigación

Revisó

Responsable del SGC



Aprueba

Vicerrectorado  
de Investigación

### **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada primeramente a Dios, a mis queridos mis padres Anibal y Zoila, mi novia Maritha y hermana Jessica que en todo momento estuvo conmigo para darme su apoyo incondicional.

A todas las personas que me motivaron a luchar por mis sueños, con el único fin de terminar esta tesis, la cual me requirió tiempo y esfuerzo culminarlo.

Gracias familia por soñar conmigo y su apoyo incondicional para cumplir este logro.

### **Agradecimientos**

Siempre a Dios, por darme una gran familia. A mis padres Anibal y Zoila, mi novia Maritha y hermana Jessica por la motivación de superación que siempre me brindan. A mis colaboradores del trabajo por el apoyo y la confianza en el desarrollo de mi tesis. Un agradecimiento especial a mi asesor Mg. Marcial Zúñiga Muñoz que todo momento con sus enseñanzas hizo posible culminar mi carrera de manera satisfactoria.

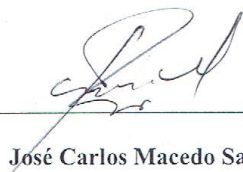
### **Declaratoria de autenticidad**

Yo José Carlos Macedo Sajami con DNI N° 42965505, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 28 de Octubre del 2018



**José Carlos Macedo Sajami**

**DNI: 42965505**

## **Presentación**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak - Lurigancho 2018”, cuyo objetivo fue determinar como la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018 y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación. En el segundo capítulo se muestra el diseño de investigación, variables, operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez, confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos. En el tercer capítulo se detalla la situación actual y propuesta de la empresa. En el cuarto capítulo se explica la discusión de los resultados de la presente investigación. En el quinto capítulo se presentan las conclusiones de la investigación. En el sexto capítulo se detallan las recomendaciones de la investigación.

## **Resumen**

La presente investigación titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018”, cuyo objetivo fue determinar como la Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018

La presente investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, por su enfoque fue cuantitativa, de acuerdo con el tipo de diseño de la investigación fue experimental de tipo cuasi-experimental, por su alcance temporal fue longitudinal, específicamente fue un diseño de un solo grupo con medición de antes y después. La población de estudio estuvo conformada por una línea de envasado completa tetra pak, evaluados en periodos de nueve meses antes y nueve meses después en donde la muestra seleccionada por preferencia es igual a la población.

Los instrumentos utilizados en la presente investigación fueron las hojas de recolección de datos para ambas variables de investigación cuya técnica utilizada fue la observación, La validez de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos. Los datos recolectados fueron procesados y analizados empleando el software SPSS versión 25. Los resultados tienen significancias que conllevan a una discusión coherente con la investigación.

El estudio concluyó que, con la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad hubo incremento de la productividad en un 20% de la empresa AJEPER S.A ubicada en Lurigancho.

**Palabras clave:** Mantenimiento centrado en la confiabilidad, eficiencia, eficacia, productividad.

## **Abstract**

The present investigation entitled "Implementation of the maintenance centered on the reliability (RCM) to improve the productivity of the line 14 of packaging Tetra Pak- Lurigancho 2018", whose objective was to determine how the Application of the maintenance of the reliability-centered maintenance (RCM) improves the productivity of packaging line 14 Tetra Pak- Lurigancho 2018

The present investigation was of applied type, descriptive level, for its approach was quantitative, according to the type of experimental research design of quasi-experimental type, for its temporal scope was longitudinal, specifically it was a design of a Only group with before and after measurement. The study population consisted of a tetra pak complete packaging line, evaluated in periods of nine months before and nine months later, where the sample selected by preference is equal to the population.

The instruments used in the present investigation were the data collection sheets for both research variables whose technique was used for observation. The validity of the instruments was made through expert judgment. The data collected were processed and analyzed using the software SPSS version 25. The results have significance that leads to a coherent discussion with the research.

The study concluded that, with the application of maintenance focused on reliability, there was an increase in productivity of 20% of the company AJEPER S.A located in Lurigancho.

Keywords: Maintenance focused on reliability, efficiency, effectiveness, productivity.



## INDICE

Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xiv
Índice de Anexos	xv
I.INTRODUCCION	16
1.1 Realidad problemática	17
1.2 Trabajos Previos	23
1.2.1 Nacional	23
1.2.2 Internacional	26
1.3 Teorías Relacionadas	29
1.3.1 Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	29
1.3.2 Dimensión 1: Confiabilidad	33
1.3.3 Dimensión 2: Mantenibilidad	33
1.3.4 Dimensión 3: Disponibilidad	34
1.3.5 Variable Dependiente: Productividad	35

1.3.6 Dimensión 1: Eficiencia	35
1.3.7 Dimensión 2: Eficacia	35
1.4 Formulación del problema	36
1.4.1 Problema general	36
1.4.2 Problemas específicos	36
1.5 Justificación del estudio	36
1.5.1 Justificación Práctica	37
1.5.2 Justificación Metodológica	38
1.5.3 Justificación económica	38
1.6 Hipótesis	39
1.6.1 Hipótesis general	39
1.6.2 Hipótesis específicas	39
1.7 Objetivos	39
1.7.1 Objetivo general	39
1.7.2 Objetivos específicos	40
II. MÉTODO	41
2.1 Diseño de investigación	42
2.2 Variables de operacionalización	46
Variable Independiente	46
2.3 Población y muestra	50
2.3.1 Población	50
2.3.2 Muestra	50
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	51

2.4.1 Técnica	51
2.4.2 Instrumento	51
Método de análisis de datos	54
2.5 Aspectos éticos	55
III. RESULTADOS	56
3.1 Situación actual de la empresa	57
3.1.1 Proceso de producción de la línea 14 de envasado tetra pak.	60
3.2 Plan de mantenimiento de la metodología RCM	68
3.3 Análisis descriptivo de la variable independiente	80
3.4 Análisis descriptivo de la variable dependiente	86
3.5 Análisis estadísticos inferencial de la variable dependiente	91
3.6 Envases producidos y tiempos de producción (Ejecutado vs Proyectado) Antes	99
3.6 Envases producidos y tiempos de producción (Ejecutado vs Proyectado) Después	100
IV. DISCUSIÓN	103
V. CONCLUSIONES	107
VI. RECOMENDACIONES	110
VII. REFERENCIAS	113
ANEXOS	123

## Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de las variables	49
Tabla 2 Validez de los instrumentos por los Juicio de expertos de la Universidad	52
Tabla 3 Grado de confiabilidad	53
Tabla 4 Valor de Alfa de Cronbach	53
Tabla 5 Sistemas y elemento funcional de la llenadora TBA8	74
Tabla 6 Fallas funcionales y modo de falla de la llenadora TBA8	75
Tabla 7 Escalas de criticidad	76
Tabla 8 Análisis de modo y efecto de falla	77
Tabla 9 Nivel porcentual de confiabilidad	80
Tabla 10 Nivel porcentual de Mantenibilidad	82
Tabla 11 Nivel porcentual de Disponibilidad.	84
Tabla 12 Nivel porcentual de Productividad	86
Tabla 13 Nivel porcentual de Productividad	88
Tabla 14 Nivel porcentual de Eficacia	90
Tabla 15 Cuadro de tipo de muestras	92
Tabla 16 Cuadro de tipo de datos.	92
Tabla 17 Prueba de normalidad de la variable “PRODUCTIVIDAD”	92
Tabla 18 Valor de Significancia de la Productividad	93
Tabla 19 Estadísticas de muestras emparejadas	94
Tabla 20 Estadísticos de pruebaa	94
Tabla 21 Prueba de normalidad de la dimensión “EFICIENCIA”	95
Tabla 22 Valor de Significancia de la Eficiencia	95
Tabla 23 Estadísticas de muestras emparejadas	96
Tabla 24 Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	96

Tabla 25 Prueba de normalidad de la dimensión “EFICACIA”	97
Tabla 26 Valor de Significancia de la Eficacia	97
Tabla 27 Estadísticas de muestras emparejadas	98
Tabla 28 Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	98
Tabla 29 Tiempos operativos vs Tiempos programados 2017	99
Tabla 30 Envases proyectados vs Envases producidos 2017 (Formato 1500ml)	99
Tabla 31 Litros proyectados vs Litros producidos	100
Tabla 32 Tiempos operativos vs Tiempos programados 2018	100
Tabla 33 Envases proyectados vs Envases producidos 2018 (Formato 1500ml)	100
Tabla 34 Litros proyectados vs Litros producidos	101
Tabla 35 Datos para cálculo de utilidad por producción.	101
Tabla 36 Cajas comerciales 2017 – 2018 (Proyectadas y producidas).	101
Tabla 37 Utilidad generada 2017 - 2018	102

## Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	19
Figura 2. Presencia de AJE en el mundo	58
Figura 3. Marcas del grupo AJE.	59
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso productivo	60
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de jarabe terminado	61
Figura 6. Equipo – Pasteurizador Tetra Drink.	61
Figura 7. Equipo – Llenadora Tetra Pak TBA8	62
Figura 8. Equipo – Aplicador de tapas Tetra Pak TCA21	63
Figura 9. Equipo – Encartonadora Tetra Pak TCP70	63
Figura 10. Producto en parihuelas	64
Figura 11. Forrado de producto en parihuelas	64
Figura 12. Equipo – Tetra Pak Alcip	65
Figura 13. Indicadores de líneas de envasado Tetra Pak	66
Figura 14. Resumen de tiempo de operación 2017	67
Figura 15. Indicadores de la línea 14 de envasado Tetra Pak	68
Figura 16. Tiempo de paradas –Equipos Tetra Pak 2017	69
Figura 17. Formato de evaluación	71
Figura 18. Plan de mantenimiento de envasado	79
Figura 19. Índice de confiabilidad – Tetra Pak	81
Figura 20. Índice de mantenibilidad – Tetra Pak	83
Figura 21. Índice de disponibilidad – Tetra Pak	85
Figura 22. Índice de productividad – Tetra Pak	87
Figura 23. Índice de Eficiencia – Tetra Pak	89
Figura 24. Índice de Eficiencia – Tetra Pak	91

## **Índice de Anexos**

ANEXO 1: Diagrama de Ishikawa	123
ANEXO 2: Formato de evaluación	124
ANEXO 3: Hoja de producción 1	125
ANEXO 4: Hoja de producción	126
ANEXO 5: Software Big Magic	127
ANEXO 6: Formato de Validez de instrumento 1	128
ANEXO 7: Formato de Validez de instrumento 2	129
ANEXO 8: Formato de Validez de instrumento 3	130
ANEXO 9: Plan de mantenimiento	131
ANEXO 10: Formato de mantenimiento autónomo	132
ANEXO 11: Formato de matriz de consistencia	133
ANEXO 12: Formato de matriz de operacionalización	134
ANEXO 13: Formato de orden de trabajo	135
ANEXO 14: Formato de producción – paradas 1	136
ANEXO 15: Formato de producción – paradas 2	137
ANEXO 16: DOP - Tetra Pak 1500 ml	138
ANEXO 17: Layout - Área de Envasado y Pasteurizado	139
ANEXO 18: Layout - Área de Jarabe Néctar	140
ANEXO 19: Revisión de plan RCM – Responsables	141
ANEXO 20: Plan de avance RCM	142

## **I. INTRODUCCION**



## **1.1 Realidad problemática.**

La industria de bebidas ha tenido una constante evolución y capacidad de adaptación a lo largo de sus más de dos siglos de historia, es una de la más dinámica y diversificada. Los consumidores buscan bebidas funcionales, naturales y únicas. Y es en donde la empresa dedicada a la fabricación de estos refrescos debe satisfacer la necesidad del consumidor para poder posicionarse en el mercado. Existe un crecimiento continuo en los segmentos de bebidas energéticas, y un notable potencial de crecimiento en bebidas verdes, agua funcional y productos lácteos de valor agregado. Por lo cual cada empresa debe garantizar que sus plantas de producción cubran la demanda.

En la actualidad vivimos una continua innovación, actualización de tecnologías de procesos e implementación de diferentes técnicas de mantenimiento, cada empresa en el mundo dedicada a la producción de bienes y servicios cuenta con diferentes áreas que en su mayoría no trabajan en conjunto para una solución integral de problemas que suceden en sus diferentes procesos y cada una cuenta con diferente nivel de infraestructura, automatización y condición económica.

### **Internacional**

Empresas de talla mundial que producen alimentos y bebidas como Nestle, Anheuser-Busch InBev (Empresa que produce la cerveza Corona), Coca Cola, Pepsico y SABMiller están en constante expansión a nivel del mundo, por lo cual el mantenimiento en todas sus dimensiones es muy importante e indispensable y esto se da a través de procedimientos para poder planificar y organizar sus equipos, esto tiene como propósito asegurar la vida útil y disponibilidad de éstos, acompañado de las distintas técnicas y software que existen actualmente en la industria

Las empresa CocaCola están implementando sistemas de mantenimiento en sus equipos utilizando la tecnología llevando a escalas de realidad asistida (RA), que

reemplaza al mundo real con ambientes simulados por computadora, Coca-Cola vio la oportunidad de que sus técnicos usaran la RA para acceder a información de mantenimiento y servicio dentro de su campo visual, mientras tienen sus manos libres y poder tener la asistencia de un especialista desde cualquier parte del mundo.

Definitivamente estas tecnologías reducen los costos x tiempo de paradas, ya que de ser necesaria la intervención de un especialista ahora se puede realizar virtualmente ver lo que se está viendo, al instante, y ayudar a diagnosticar y resolver problemas sin poner un pie en la planta. Esto es un gran avance que permite operar virtualmente sin enfrentar trabas que ocasionan el tiempo o la distancia.

Otra empresa grande en la industria de bebidas es Pepsi Cola que en algunas de sus plantas han implementado un sistema de mantenimiento preventivo con el uso de software que utiliza la metodología de árbol de fallas, que determina la confiabilidad de los equipos de producción y les da tiempo de reacción a cualquier eventualidad de falla, también reduce tiempos de paradas por falta de algún repuesto que se tenga que importar en alguna parte del mundo.

Existen diferentes tipos de metodologías del mantenimiento el cual se aplica de acuerdo a la necesidad de cada empresa.

### **Problemática Actual**

La empresa peruana Ajeper S.A dedicada a la producción de refrescos cuenta con varias líneas de envasado como: Envasado Pet (Bebidas gasificadas), envasado vidrio (Rehidratantes y néctares) y líneas de envasado de cartón Tetra Pak (Rehidratantes y néctares). En las líneas de envasado de cartón Tetra Pak se cuenta con 7 líneas de producción en diferentes formatos de 145ml, 315ml, 1000ml y 1500ml. La línea de envasado en formato 1500ml que identificaremos como “Línea 14” en lo que fue el año 2107 fue la que tuvo una baja eficiencia mecánica y utilización de línea afectando la

productividad de la línea de envasado e indicadores, lo cual es motivo de estudio.

Actualmente se están presentando inconvenientes en dicha línea, tenemos una deficiencia en las maquinas por falta de mantenimiento, la falta de supervisión, seguimiento, herramientas y que algunos operarios no cuentan con la capacitación para realizar un mantenimiento adecuado, tampoco existen planes preventivos y esto origina una mala planificación debido a la falta de base de datos.

Dando lugar a la baja productividad de la línea de envasado, afectando a la producción, generando así falta de competitividad, ya que la empresa solo aplica mantenimiento correctivo.

Pasaremos a identificar los principales problemas de la línea 14 de envasado Tetra Pak y su implicancia en la empresa a nivel productivo. Se analizará en siguiente diagrama causa raíz.

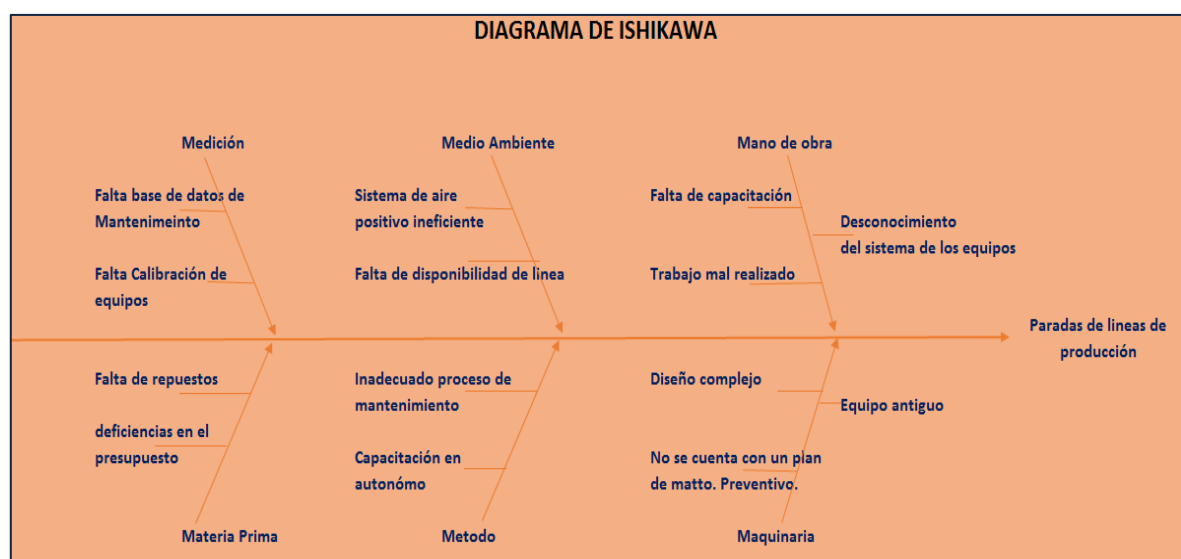


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

En el diagrama Ishikawa, se detallan las causas que generan, el problema principal de la baja productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak en la empresa AJEPER S.A., en donde se observa la falta de mantenimiento preventivo de estas máquinas, ya que solo se

realiza mantenimiento correctivo, ocasionando así fallas en las maquinas inesperadas y por lo tanto incumpliendo con el programa de producción.

Después de realizar el diagrama de Ishikawa tenemos como resultado entre los factores más importantes que intervienen en la baja productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak lo siguiente:

**Inadecuado proceso de mantenimiento:** Tiene relación con los planes de mantenimiento que tenemos actualmente, no están terminadas y no incluyen todas la actividades de mantenimiento preventivo que ayude a asegurar la confiabilidad de los equipos. Contamos con actividades que no ayudan a resolver las fallas de los equipos y eviten paros de producción, solo a conservarlos.

**Falta de repuestos:** El no tener los planes de mantenimiento completos no ayudan a saber que componentes se deben tener como mínimo para asegurar el funcionamiento y confiabilidad del equipo. El desconocimiento de consumo de repuestos para mantenimientos preventivos y consumibles incrementa el stock de inventarios y este incremento se da para reducir los tiempos de paradas.

**Falta de Procedimientos para el mantenimiento.** La complejidad de las máquinas, experiencia del personal y la diferencia en conocimiento requiere de un procedimiento estandarizado para la ejecución de las actividades de mantenimiento a fin de tener los mismos criterios al momento de realizar una actividad de mantenimiento.

**Falta de entrenamiento.** Todo el personal técnico y operador debe contar con entrenamiento en actividades de mantenimiento, monitoreo y regulaciones.

Ahora ya podemos tener un escenario más claro de los problemas con mayor relevancia en la baja productividad de la línea 14 de envasado tetra pak y están asociadas a actividades de gestión de mantenimiento y a la falta de confiabilidad de los equipos ya que no cuentan con planes de mantenimiento adecuados.

Previamente, para la elaboración del diagrama de Pareto, se ha realizado un check list a los operarios de la planta, para determinar la frecuencia de cada causa. Al analizar las causas a través del diagrama de Pareto se verifico que: no existen planes preventivos, lo cual genera una mala planificación de mantenimiento, dando lugar a la falta de mantenimiento preventivo, falta de repuestos, equipos antiguos, falta de capacitación del personal, incumplimiento de producción, falta de manuales actualizados y otros. Estos detalles se deben solucionar ya que representan el 80% del total de causas.

Enfocándonos en los trabajos de prevención, una de las bases fundamentales de los programas son las inspecciones y estas deben iniciarse desde el operador de la maquina ya que la retroalimentación de información será más certera y detallada así podremos prevenir las paradas de línea que generan pérdidas a la empresa, estas se realizan en maquinaria en marcha y con maquinaria parada, con el fin de obtener información útil acerca del estado de piezas o de las maquinas en conjunto. Las inspecciones deben estar orientadas a generar información detallada y ayudar analizar causas para su posterior corrección y si es necesario tomar de decisiones que ayuden a mejorar la performance de la línea de envasado. La función principal de los planes de mantenimiento es mantener la funcionabilidad de los equipos considerando aspectos importantes como recursos económicos, disponibilidad de repuestos, antigüedad de equipos, etc.

El hombre es parte importante en este proceso y debe contribuir para mantener el buen estado de los equipos a través del tiempo.

De no resolver el problema de la baja productividad la línea 14 de envasado Tetra Pak, causado por qué no se aplica un mantenimiento preventivo actualmente, daría lugar a la disminución en las ventas, la pérdida de nuestros clientes, así como también, la captación

de nuevos clientes. Y lo que se busca en esta investigación es mejorar los números para el año 2018 por lo cual se identificara las posibles causas que generan las bajas eficiencias.

Dentro del extenso campo del mantenimiento contamos con técnicas y sistemas como mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), el cual nos ayuda a una mejor gestión e identificación de causas por lo que las personas que conformen el grupo de trabajo deben saber que es una ayuda a la solución de problemas.

Para la implementación del sistema de gestión del RCM se debe seguir el siguiente orden independientemente del tipo actual de mantenimiento que se esté realizando en la organización, dado que la metodología no busca la importancia de un activo como tal, sino la confiabilidad de todo el proceso de producción, lo cual llega a ser compatible con cualquier plan de mantenimiento.

#### Aplicación de las 7 preguntas del RCM

Se determina la zona de trabajo, y se procede con la aplicación de la metodológica con del desarrollo de las 7 preguntas del RCM las mismas que permitirán realizar los despieces funcionales de equipos, identificar los modos de fallos y determinar los tipos de mantenimiento más adecuados para cada caso.

- Determinar de las funciones y sistemas de los que comprende el equipo.
- Identificar los fallos funcionales de cada sistema identificado anteriormente
- Analizar los modos de fallo o evento que causa una falla (AMFE)
- Analizar los efectos de falla así como describir que pasa cuando ocurre un modo de falla
- Seguridad y medio ambiente
- Daños secundarios y efectos en la producción
- Determinar la consecuencia de la falla

Implementación y ejecución del plan de mantenimiento de los equipos. Luego de la elaboración del plan de mantenimiento basado en el RCM, se deberá informar al personal de los beneficios que traerá la adecuada ejecución de las actividades de mantenimiento, así como su participación en las mismas.

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Nacional**

Mejía, C (2017), en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L.” El objetivo de su investigación fue proponer un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM, para mejorar la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L. y se pueda identificar las necesidades de mantenimiento reales que se tiene en esa empresa, asegurando que todos los activos físicos sigan realizando sus funciones para el cual fueron diseñados. Empleo una metodología del RCM utilizando herramientas como el AMEF (Análisis de Modo y Efecto Falla) y desarrollar formas o modos que puede originar que un activo deje funcionar dentro de un proceso. Se utilizó una hoja de decisión que emplea el RCM, para definir las acciones y actividades de mantenimiento y dando como producto final un plan de mantenimiento.

El autor concluyó que al implementar la metodología RCM, logró mejorar la disponibilidad de sus activos en 16%, esto gracias a la implementación del programa de mantenimiento preventivo. El investigador Con la propuesta de mantenimiento basado en la metodología RCM logró aumentar la productividad en un 7% esto equivalente a 24 000 litros de alcohol por mes, dejando una utilidad de S/ 43 200 mensuales.

Castillo, R (2017) en su tesis: “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad”. Su objetivo fue proponer un plan de mantenimiento

preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para mejorar su productividad, empleando la metodología de investigación de tipo aplicativo cuantitativa con un diseño cuasi experimental, realizando la identificación de factores que limiten la producción dentro de la planta, y formulando propuestas, objetivos y planteando indicadores de productividad que permitan el seguimiento de la mejora y finalmente realizar un análisis de costo beneficio.

El autor concluyó que la principal causa que originaba que la disminución de la producción es por el tiempo empleado en los mantenimientos correctivos causadas por las constantes fallas de los equipos. La implementación de un plan actividades preventivas resulto favorable, reduciendo la cantidad de fallas y a su vez aumentar la disponibilidad de la maquinaria incrementando la productividad.

Díaz y Gárate (2017), en su tesis: “Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para el incremento de la productividad de la planta de procesamiento de granos andinos de villa andina S.A.C, en el año 2016”. Su objetivo fue mejorar los procesos con el propósito de incrementar su productividad de la planta de procesamiento de granos andinos en la empresa Villa Andina S.A.C. Empleando la metodología de investigación aplicativo - cuantitativo usando la técnica de la observación.

El autor concluyó que la implementación de un plan preventivo en la planta de procesamiento de granos tiene como resultado el incremento de la productividad, permite tener un diagnóstico y una vista panorámica de la situación que se encuentre en ese momento la empresa a base de información documentaria y por medio de visitas que se realizaron en planta. El plan de mantenimiento aplicando la metodología RCM es una gran herramienta para medir el nivel de criticidad de las máquinas y demás equipos que participen en el proceso y de acuerdo a ello programar el respectivo mantenimiento preventivo a cada uno de estos.



Palomares, Q (2015) en su tesis: “Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Milpo, unidad El porvenir”. El objetivo de su investigación fue desarrollar un plan mantenimiento basado en la metodología RCM. Emplear herramientas como el AMEF para el análisis de riesgo e identificar los modos de falla y la criticidad que tienen en el equipo o maquina sea cualquier caso, y posteriormente se realizara la selección de tareas de mantenimiento, en todos los niveles sea preventiva, correctiva, o en casos rediseño de maquinaria .Se realizó una investigación cuantitativa, donde se utilizará la recolección de datos. Empleando una investigación de tipo cuantitativo y aplicativo usando la recolección de datos.

El autor concluyó que el plan de mantenimiento que se desarrolla en base al RCM, mejoró el intervalo de tiempos de mantenimientos ejecutados comenzando por 3 veces por semana y hoy solo se interviene 2 veces por semana después de la implementación, se debió trabajar en conjunto con los trabajadores motivándolos y haciéndoles sentir que era participes y su opinión era escuchada, y era parte de la solución a los problemas.

Da Costa, B (2010), en su tesis: “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a Gas de dos tiempos en pozos de alta producción”. Su objetivo fue implementar la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC o RCM) para poder identificar los problemas que aquejan a los motores de gas de dos tiempos se utiliza la herramienta del RCM como el AMEF - Análisis de modo, fallas, causas y efectos. Mediante la determinación del Tiempo medio entre Falla (MTBF) se determinó las frecuencias de intervención de cada de uno de los activos analizados a través de un método grafico; este proceso influye en la toma de decisiones y el establecimiento de actividades de mantenimiento.

Se determinó en el estudio que los equipos que se encuentran en su etapa de desgaste de manera prematura, ya que su periodo de operación no ha superado los 500

días (un periodo menor de año y medio). Empleó la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva con un enfoque cuantitativo.

El autor concluyó que la implementación del RCM ayudó a un control del monitoreo de las actividades de mantenimiento, se analizó a detalle cada uno de los fallos y se estableció actividades por cada una de ellas y se empezó a seleccionar las más importantes, para un correcto plan de mantenimiento.

### **1.2.2 Internacional**

Montes, V (2013), en su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)” Su objetivo fue diseñar un plan de mantenimiento preventivo con base en el RCM, para desarrollar una matriz de requerimientos a partir de análisis de modo y efecto falla, realizar análisis de criticidad y analizar por medios de indicadores de KPI el desempeño de los equipos. Empleó la metodología de investigación de tipo aplicada y usa técnicas de observación y recolección de datos. El autor concluyó que las herramientas de análisis dadas por la teoría del RCM ayuda a elaborar un plan de mantenimiento que permite un control eficaz de la flota articulada del operador de transporte masivo INTEGRA S.A y el resultado final que propone la metodología es una gestión de mantenimiento satisfactoria para la empresa cumpliendo con las necesidades y los requerimientos deseados.

López, M (2014), en su tesis “Aplicación de la táctica de mantenimiento basada en la confiabilidad (RCM) en la línea de producción de agua en bolsa de 350 ml”. Su objetivo fue analizar e identificar los puntos críticos de los equipos que afecten a la línea de producción. Eliminar las averías de las máquinas y suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus equipos. El mantenimiento que se implementará es de aplicación secuencial, lógica y organizada de

acciones de mantenimiento, que busaca minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, anticipar y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento.

Empleado la metodología de investigación de tipo aplicativo y longitudinal.

El autor llegó a la conclusión que elaborar estrategias de mantenimiento es muy importante y es trascendental realizar un pre análisis de la zona de trabajo. En ese sentido el pre análisis ayuda a entender la situación del activo y las condiciones que está trabajando y así poder determinar si el componen o equipo se debe considerar dentro la selección de equipos críticos, el jerarquizar es muy importante al momento de implementar un plan de mantenimiento porque se debe definir y darle pesos a algunas actividades que pueden causar una para de máquina. El desglose general de los equipos ayuda a tener un panorama amplio de los repuestos o componentes importantes de un equipo.

Álvarez, Z (2017), en su tesis: “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca”. Su objetivo fue realizar un mantenimiento adecuado basándose en la criticidad de las unidades, teniendo así vehículos seguros que se prestan a ser fiables para el personal de la institución y pacientes. Analizó a las diferentes unidades de emergencia bajo ciertos parámetros como: diagramas de Pareto, que permitió realizar un análisis de costos acumulados vs fallos acumulados. La distribución de Weibull, con la que analizó los tiempos de buen funcionamiento vs los tiempos de reparación con lo cual se plantearon ciertos indicadores de mantenimiento, entre ellos la disponibilidad que presenta cada unidad de emergencia. Empleado la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva con un enfoque cuantitativo

El autor concluyó que a través de la aplicación de la metodología RCM; se ha determinado el plan de mantenimiento que permita la reducción de la tasa de fallos en las unidades de emergencia. Para 257 modos de fallos analizados en las unidades de

emergencia, se logró determinar una actividad preventiva para 27 de ellos que resultaron ser los más críticos, logrando así obtener vehículos más confiables, y minimizando los costos de mantenimiento de las unidades.

Gandur, P (2017) en su tesis: “Adaptación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en un sistema critico de aire acondicionado de la clínica universitaria Bolivariana (CUB)”. Su objetivo fue dar a conocer que la implementación de la metodología RCM, redujo tiempo de paradas y ahorro dinero en la aplicación del proyecto. Teniendo este estudio como una herramienta que permite desarrollar una alta efectividad que permite el ahorro de costos, esta metodología se puede aplicar a cualquier activo de la empresa esta filosofía de mantenimiento tiene la bondad de ser aplicada a cualquier activo físico. Empleado la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva. Busca implementar y describir las situaciones del antes y después.

El autor concluyó que al aplicar el AMFE a los equipos se logró identificar las acciones que reducen o eliminan la probabilidad de que ocurra una falla, que impacte en la confiabilidad y disponibilidad de cada uno de los componentes evaluados, generó un conocimiento detallado del sistema en el personal a cargo jefe de mantenimiento, técnico refrigeración; y así ayudará a disminuir las fallas de cada una de los equipos con respecto a los mantenimientos correctivos realizados en la institución y contribuyó a las mejoras de las condiciones de confort en los servicios que son requeridas por la normatividad existente.

Álvarez y Salas (2013), en su tesis: “Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), para una planta de pastas alimenticias”. El objetivo de la investigación fue el implantar un plan de mantenimiento que permitiera optimizar la operatividad de la planta, se busca reducir las aparadas de emergencia, elaborando un

correcto plan de mantenimiento programado y las actividades para el personal que deberá cumplir el plan. Empleado la metodología de investigación de tipo aplicativo y descriptiva.

El autor concluyó que la metodología RCM utiliza herramientas como el AMEF priorizando los componentes que presentan fallos de tipos críticos generando paradas de máquina y evitar de esa manera paradas no deseadas. Y sirve de base para la creación de planes de mantenimiento que mediante actividades aseguran la confiabilidad de los activos. La herramienta AMEF es muy importante al implementar la metodología RCM nos permite identificar de manera precisa los orígenes de las fallas de algún equipo del proceso productivo, las actividades que se generan en plan de mantenimiento están estrictamente a mejorar la confiabilidad de los equipos pero la realización de estas depende del factor humano y la parte logística que son repuestos, por lo cual es muy importante contar con el historial de repuestos de cada equipo y se genere un histórico para futuras intervenciones.

### **1.3 Teorías Relacionadas**

#### **1.3.1 Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)**

Según Mora (2011) indicó “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67). El autor argumenta que el propósito del mantenimiento centrado en la confiabilidad es el control de los modos de falla de aquellos que ya sucedieron y las que se quieren evitar con acciones preventivas por que puedan tener consecuencias graves en las máquinas. Por consiguiente, tenemos que el RCM es una metodología para determinar qué actividades se deben realizar para mantener y asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que las personas desean que haga. Saber cuándo, dónde y cómo se debe realizar el mantenimiento de un equipo, por tal motivo la metodología da importancia a las consecuencias de fallas. Los efectos de falla se evalúan

bajo los criterios de impacto sobre la seguridad, operación, costo y medio ambiente. Esto ayudará a mejorar la productividad de línea 14 de envasado Tetra Pak.

A continuación presentamos algunos conceptos en mantenimiento:

### **Mantenimiento.**

En propias palabras es la acción de mantener, en este caso se refiere a los activos de una empresa.

Según Mora (2011) indicó “El Mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes y servicios” (p. 4).

El autor argumenta que el mantenimiento es uno de los pilares de mayor importancia en una empresa dedicada a la fabricación de bienes y servicios y su función es sostener la funcionalidad de los equipos y garantizarla en el tiempo. Para ello se emplea técnicas y estrategias correspondientes al área donde se desempeña. Lo que se busca es implementar técnicas que nos ayude al área de mantenimiento y esto mantendrá y mejorará la performance de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

### **Mantenimiento Total.**

Se enmarca a un plan de mantenimiento completo con tiempos establecidos.

Según Rey (2001) indicó “El Mantenimiento Total de una línea de producción la podemos definir como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permitan garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea automática de producción pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado Plan de producción en constante evolución” (P. 28).

El autor argumenta que es la optimización de tiempos que se utiliza en la producción de bienes o servicios, aplicando técnicas para reducir tiempos no productivos, mermas y

así aumentando la productividad asegurando la calidad del producto, todo esto de una manera integral que comprometa diferentes áreas de la empresa. Lo que se busca es integrar a diferentes procesos y áreas para la ejecución de actividades y lograr los objetivos.

### **Mantenimiento preventivo.**

Es el mantenimiento que utiliza información previa y previene paradas

Según Mora (2011) indicó “El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos” (P. 426).

Según Rey (2001), indicó “El Mantenimiento preventivo comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción. La acción sistemática de revisar periódicamente las podemos definir como inspeccionar, controlar y reparar antes que se produzca la avería” (P. 102).

De los conceptos mostrados, podemos decir que el mantenimiento preventivo consiste en una serie de inspecciones periódicas y con una previa evaluación se determina tiempos para la programación y ejecución de trabajos planeados y de esta manera reducir tiempos de paradas en producción. Lo que se busca es atacar el problema ni bien presente síntomas y finalmente no genere la avería y de esa manera mejorar la productividad de la línea de envasado Tetra Pak.

### **Mantenimiento predictivo.**

Es aquella que en muchos casos se utiliza herramientas tecnológicas y se haga un análisis del equipo o componente a intervenir.

Según Mora (2011) indicó “El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de

determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos” (P. 426).

Según Rey (2001) indicó “El Mantenimiento predictivo o condicional es una metodología que tiene como objetivo final asegurar el correcto funcionamiento de las maquinas críticas a través de la inspección del estado del equipo por vigilancia continua de los niveles o umbrales correspondientes a los parámetros indicadores de su condición, y que se realiza sin necesidad de recurrir al desmontaje y revisiones periódicas” (P. 104)

Se puede decir que el mantenimiento predictivo tiene como base la medición, el seguimiento y el proceso de monitoreo de parámetros y condiciones de las maquinas operativas de un equipo o instalación, establecer estándares para ser aplicados a distintas líneas de producción y a sus respectivos equipos. Para ello tenemos que contar con especialistas en mantenimiento y el compromiso del personal involucrado en el proceso y mejorar la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak.

#### **Mantenimiento correctivo.**

El mantenimiento correctivo es utilizado en muchas empresas pero denota una falta de planificación.

Para Mora (2011), “El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las maquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento” (P. 426)

Para Rey (2001) indicó “El servicio de mantenimiento ha de intervenir en una reparación de emergencia, llamándose a este tipo de actividad mantenimiento de rotura o correctivo, el cual difícilmente puede ser planificado en primera intervención” (P. 46).



Por los conceptos mostrados se puede decir que los tiempos de mantenimiento correctivos son un indicador de que no se está atendiendo los problemas en los equipos y que no estamos realizando un buen análisis y control de los mantenimientos que requiere cada equipo. Pero a la vez el mantenimiento correctivo viene hacer la actividad que sirve para corregir una falla fuera de lo común por el cual el tiempo que tome en resolver será importante. Es importante trabajar con el personal técnico y capacitarlo para optimizar los tiempos de atención en este tipo de actividad.

### **1.3.2 Dimensión 1: Confiabilidad**

Como dimensión 1 tenemos a la disponibilidad que medirá al RCM

Mora (2011), indicó “La Confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno (p. 95)

El autor argumenta que la confiabilidad de un equipo se enmarca en la probabilidad de que pueda operar sin presentar fallos en un periodo definido de tiempo. En ese sentido se considera el indicador MTBF que en otras palabras es el tiempo promedio entre fallas. Esto ayudará a mejorar un mejor control sobre los tiempos de fallos y el reducirlos ayudará a mejorar la productividad de línea 14 de envasado Tetra Pak.

### **1.3.3 Dimensión 2: Mantenibilidad**

Como dimensión 2 tenemos a la mantenibilidad que medirá al RCM

Mora (2011) explicó:

La Mantenibilidad se denomina a la probabilidad de que un elemento maquina o dispositivo puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva, mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento para eliminar las causas inmediatas que generan las

interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función (p. 104)

El autor argumenta que el concepto de mantenibilidad se describe mejor como la probabilidad de realizar una actividad de mantenimiento en el tiempo establecido bajo condiciones ideales. Un equipo cuenta con una buena mantenibilidad cuando no necesitamos ampliar el tiempo de intervención para realizar el mantenimiento. Claro que esto dependerá de la complejidad del equipo en cuanto a diseño, cantidad de partes, nivel de regulaciones y la información que nos brinde el proveedor del equipo. Esto depende también de la retroalimentación que se tenga con el personal operador y técnico de la empresa.

#### **1.3.4 Dimensión 3: Disponibilidad**

Como dimensión 3 tenemos a la disponibilidad que medirá al RCM

Mora (2011) explicó:

La disponibilidad se define como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (P. 67)

El autor argumenta que la disponibilidad es el tiempo que el equipo está disponible para funcionar en condiciones estables. En una empresa dedicada a la elaboración de productos para consumo al público siempre va a estar sujeto a lo que la demanda requiera, por lo cual el equipo siempre debe estar disponible para iniciar producción. A mejor disponibilidad la maquina siempre estará lista para producir y esto evitara retrasos en la producción y entrega de pedidos y servicios.

### **1.3.5 Variable Dependiente: Productividad**

Como variable dependiente de la investigación tenemos a la productividad

Gutiérrez (2010) indicó “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (P. 21)

El autor argumenta por los conceptos descritos la relación entre el producto producido y el recurso utilizado para producir bienes y servicios. Incrementar la productividad en una empresa en la producción de bienes y servicios es optimizar recursos, no generando pérdidas ya que de esa manera también se va a mejorar la rentabilidad de la empresa.

### **1.3.6 Dimensión 1: Eficiencia**

La eficiencia como primera dimensión que servirá para medir la productividad.

Gutiérrez (2010) indicó “La eficiencia es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (P. 21)

El autor argumenta que la eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado ya sea en optimización de tiempos, producciones y el ahorro o reducción de recursos utilizados para lograr los objetivos. Debemos considerar que la eficiencia en todos sus ámbitos está relacionada directamente con metas a conseguir, ya que una empresa eficiente siempre estará un paso delante de los demás.

### **1.3.7 Dimensión 2: Eficacia**

La eficacia como segunda dimensión que servirá para medir la productividad.

Gutiérrez (2010) indicó “la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (P. 21)

El autor menciona que la eficacia de una empresa se define como el cumplimiento de las actividades, planes o producciones planeados y tiene que ver con el cumplimiento de

los objetivos trazados a largo, mediano y corto plazo. Esto tiene alcance a todas las áreas de una empresa.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

#### **Problema específico 1.**

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018?

#### **Problema específico 2.**

¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

La justificación del estudio es de manera vas a sustentar por qué de tu investigación.

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron “La justificación de la investigación indica el porqué de la investigación exponiendo sus razones. Por medio de la justificación debemos demostrar que el estudio es necesario e importante” (p. 207).

Los autores argumentaron que la justificación es la sustentación razonable y del porque se realiza la investigación y la importancia que tiene. Dentro de un contexto o realidad que presente una problemática. Existen diferentes tipos justificaciones para una investigación, para cual se debe realizar el análisis en el contexto que se esté dando y el alcance que tiene para determinar qué tipos de justificación se debe considerar y estos sean los más próximos.

### **1.5.1 Justificación Práctica**

La investigación tiene una justificación práctica porque se busca resolver una problemática actual que tiene la empresa Ajeper S.A dedicada a la fabricación de productos de consumo masivo, de esa manera mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak e incrementar la utilidad de la empresa, mediante la aplicación de un plan desarrollado en base al mantenimiento preventivo y a la metodología RCM(Mantenimiento centrado en la confiabilidad) que busca reducir drásticamente las paradas de maquinaria en funcionamiento, aquellas paradas por intervenciones correctivas , , preventivas y así evitar el deterioro de los componentes y activos de la empresa. Se cuenta con técnicos con experiencia en el tema el cual nos va a dar sostenibilidad a lo largo del tiempo. Se reducirá también los gastos y costos por mantenimiento y reducirlos. Para que el costo de transformación no sea elevado y de esa manera aporte a la adquisición de nuevas máquinas y herramientas de mantenimiento. En este sentido:

Bernal (2016) indicó “Una justificación Practica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema, o por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (p. 106).

El autor argumenta que la justificación Práctica se basa en que la resolución de problemas se debe dar mediante metodologías y de no resolverse plantear estrategias que contribuirán a resolverlo, las empresas actualmente buscar resolver sus problemas a través de estrategias determinadas y definidas anteriormente por investigadores que contribuyeron a generar mayor conocimiento en el tema ya sea social, ambiental o tecnológico sea cual sea el rubro de la empresa.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

La investigación se justifica metodológicamente debido a que para lograr los objetivos de la investigación, se emplea estrategias como la aplicación del RCM, con ello se pretende mejorar el proceso de la línea 14 de envasado Tetra Pak de la empresa Ajeper S.A. y así tener de resultado la disminución de tiempos y el incremento de la productividad.

Según Bernal (2010) indicó “La justificación metodológica del estudio se da cuando la investigación que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable” (p. 107).

El autor argumenta que la justificación metodológica de la investigación que se elaboró, realizó un nuevo método para producir una nueva táctica, para poder abordar el problema actual y encontrar soluciones, en la investigación se utiliza metodología de gestión de mantenimiento para resolver la problemática actual.

### **1.5.3 Justificación económica**

Se entiende que el mantenimiento está vinculado no solo a la productividad, sino también en el aspecto económico, ya que también ayuda a reducir los costos por mantenimientos.

La presente investigación tiene justificación económica porque busca mejorar la productividad, mediante la aplicación de la metodología del RCM en la línea 14 de envasado tetra pak, lo cual ayudaría en la reducción de: las horas-tiempos - muertos, mano de obra improductiva, retrasos en la entrega de pedidos y los costos de mantenimiento correctivo, todo lo que genere perdida dentro de una empresa de producción y de consumo masivo.

## **1.6 Hipótesis**

La hipótesis deben ser probadas mediante técnicas de validación que se encuentre en nuestro alcance.

Hernández, Fernández y Baptista (2010) explicaron:

Las hipótesis deben estar relacionadas con técnicas disponibles para probarlas. Este requisito está estrechamente ligado con el anterior y se refiere a que al formular una hipótesis, tenemos que analizar si existen técnicas o herramientas de investigación para verificarla, si es posible desarrollarlas y si se encuentran en nuestro alcance. (p. 96)

### **1.6.1 Hipótesis general**

**HG:** La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Luriganchó 2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis específica 1.**

HE1: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Luriganchó 2018.

#### **Hipótesis específica 2.**

HE2: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Luriganchó 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

**OG:** Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico 1.**

OE1: Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak.

#### **Objetivo específico 2.**

OE2: Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak.



## **II. MÉTODO**

## **2.1 Diseño de investigación**

### **Tipo de estudio**

La investigación viene a hacer de tipo aplicada porque estudia un problema real y busca soluciones dentro de la empresa Ajeper S.A utilizando teorías existentes. Según:

Behar (2008) explicó:

Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. Busca confrontar la teoría con la realidad (P.20).

El autor argumenta que la investigación aplicada busca solucionar problemas utilizando teorías existentes, y a su vez generar conocimiento mediante el experimento y la constatación de información. En esta investigación se busca corroborar que lo ya investigado y se encuentra como información para poder comprobar y confrontar con la realidad actual, dentro de una problemática de una empresa. Esta investigación trata de confrontar lo que ya tenemos como marco teórico ya sean tesis o libros con la problemática actual que tenemos dentro de la empresa.

### **Nivel de investigación**

La investigación tiene un nivel un nivel de tipo descriptivo y explicativo, es descriptiva porque busca describir las características, causas con sus consecuencias y es explicativa porque trata de responder o explicar las causas de la problemática actual, ya sean eventos de tipo físicos o sociales.

Hernández, Fernández & Baptista (2010) explicaron:

Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. (P. 81).

Los autores argumentan que el estudio descriptivo busca recoger y medir información de una manera independiente para realizar su análisis. Busca describir la problemática para poder analizar de una manera certera y encontrar las causas que sean motivo de estudio y probablemente contribuyan a nuevas teorías de información.

Hernández, Fernández & Baptista (2010) explicaron:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables (P. 84).

Los autores argumentan que este tipo de investigación explicativa se orienta a explicar y responder por las causas de los eventos u problemáticas dentro de un contexto, básicamente es explicar porque ocurren los fenómenos físicos y sociales. Y esta información ayude a resolver problemas de tipo social, ambiental u otras índoles. Lo que busca es encontrar la causa de los problemas para poder plantear soluciones.

### **Enfoque de la investigación.**

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque los datos obtenidos mediante la observación son medibles mediante el uso de métodos estadísticos.

Hernández, Fernández & Baptista (2010) explicaron:

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica” (P. 14).

El autor argumenta que el enfoque cuantitativo tiene una forma secuencial y a su vez probatorio, para ello se utilizará información de datos que se recopilarán mediante herramientas como ficha de datos y serán procesadas y se utilizará la estadística, mediante herramientas como el Excel y programa SPSS que darán la información detallada y de forma ordenada para poder diferenciar y determinar acciones concretas sobre el problema actual que se esté desarrollando.

### **Diseño Investigación**

La investigación presente es de diseño experimental porque se manipularán las variables, en este caso se modificará la variable independiente para ver los resultados en la variable dependiente, en este sentido se utilizará diseño de investigación experimental de tipo cuasi experimental, por el grado de control. Asimismo, según:

Bernal (2010) indicó “La investigación experimental se realiza mediante los llamados diseños, que son un conjunto de procedimientos con los cuales se manipulan una o más variables independientes y se mide su efecto sobre una o más variables dependientes” (p. 145).

El autor argumenta que los diseños experimentales consisten en demostrar los cambios producidos en la variable independiente y si produce algún efecto en la variable dependiente. Esto para poder implementar metodologías, herramientas que ayuden en el mejoramiento de un proceso de producción o de servicio.

Hernández, Fernández & Baptista (2010) explico:

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento) (P. 14)

Los autores argumentan que los diseños cuasi experimentales los grupos de estudio ya se encuentran formados antes de realizar el experimento. Este tipo de investigación no se elige al azar.

### **Alcance temporal**

En la presente investigación se tiene un alcance de tipo debido a que se analizará el proceso productivo de envasado en un determinado tiempo para ver los cambios del antes y después de la población. En este sentido según:

Hernández, Fernández & Baptista (2010) indicaron “Los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos por lo común se especifican de antemano” (p. 158).

Los autores argumentaron que el alcance temporal longitudinal recaba datos en un determinado periodo de tiempo para hacer inferencias de los cambios obtenidos. Ya que esto se va a realizar en dos tiempos que se llamara el antes y después, el mismo objeto de estudio pero en dos tiempos diferentes.

## **2.2 Variables de operacionalización**

### **Variable Independiente**

#### **Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)**

Según Mora (2011) indicó “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67).

El autor menciona que la metodología RCM es una herramienta de gestión de mantenimiento por lo cual se podrá determinar planes preventivos de un manera personalizada y eficaz, a su vez ayudara en la toma de decisiones de nivel administrativo que en el tiempo ayudara a mantener los activos de la empresa, esa es la función del área de mantenimiento.

#### **Confiabilidad**

Según Mora (2011), indicó “La Confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. (p. 95)

El autor nos explica que es la probabilidad de que un equipo no falle dentro de un determinado tiempo de producción, esto se mide con el tiempo de paradas que tiene el equipo presente durante el proceso productivo a menor fallas mayor será su porcentaje de

confiabilidad. Esto también debe mantenerse en el tiempo para indicar que existe una buena gestión de mantenimiento

### **Mantenibilidad**

Según Mora (2011), indicó “La Mantenibilidad se denomina a la probabilidad de que un elemento maquina o dispositivo puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva, mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento para eliminar las causas inmediatas que generan las interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función” (p. 104)

### **Disponibilidad**

Según Mora (2011) explicó:

“La disponibilidad se define como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo” (P. 67)

El autor menciona que la disponibilidad es la probabilidad de que un equipo trabaje cuando sea requerido y garantizar que este operativo y no presente fallas. Esto también debe mantenerse en el tiempo para mantener una buena performance de la línea de producción.

### **Variable dependiente**

#### **Productividad**

Según Gutiérrez (2010) indicó “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (P. 21)

El autor indica que la productividad es la relación que existe entre lo utilizado y metas cumplidas, en ese sentido la productividad se mide mediante dos dimensiones las cuales son la eficiencia y la eficacia, se debe tener en cuenta que el equilibrio de ambos garantizara el éxito para lograr las metas de una forma eficiente.

### **Eficiencia**

Según Gutiérrez (2010) indicó “La eficiencia es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (P. 21)

El autor indica que cuando nos referimos a eficiencia hablamos de la relación netamente insumo y producto, cuanto utilizo para crear el producto y si lo desarrollo de tal manera que se optimizara los recursos evitando generar mermas que en una empresa significa perdida. Tener en cuenta que la eficiencia siempre va de la mano de la eficacia.

### **Eficacia**

Según Gutiérrez (2010), indicó “la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (P.21)

El autor describe que la eficacia de una empresa se define como el cumplimiento de las actividades, planes o producciones planeados y tiene que ver con el cumplimiento de los objetivos trazados a largo, mediano y corto plazo. Esto tiene alcance a todas las áreas de una empresa.



Tabla 1

*Matriz de operacionalización*

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)	Para Mora (2011) indicó “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67)	Para evaluar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, se medirá los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Utilizando hojas de registros de tiempos	Confiabilidad	Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de maquina		Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Confiabilidad} = \frac{TTP - TTT}{TIP}$ Leyenda: <b>TTT:</b> Tiempo total de trabajo <b>TTP:</b> Tiempo total de parada. <b>TIP:</b> Total de incidencias de paradas
			Mantenibilidad	Índice de tiempo de reparación de maquina		Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Mantenibilidad} = \frac{TTR}{TIP}$ Leyenda: <b>TTR:</b> Tiempo total de reparación <b>TIP:</b> Total de incidencias de paradas
			Disponibilidad	Índice de disponibilidad de maquina		Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ Leyenda: <b>MTBF:</b> Tiempo medio de buen funcionamiento <b>MTTR:</b> Tiempo medio de reparación
PRODUCTIVIDAD	Para Guttierres, H (2010), la "Productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos" (P. 21)	Para evaluar la productividad, se realiza mediante la eficiencia y posteriormente la eficacia, mediante la observación, utilizando hojas de registro.	Eficiencia	Índice de eficiencia	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT}$ Leyenda: <b>TU:</b> Tiempo Útil. <b>TT:</b> Tiempo Total.
			Eficacia	Índice de Eficacia	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Eficacia} = \frac{UP}{UPR}$ Leyenda: <b>UP:</b> Unidades producidas <b>UPR:</b> Unidades programadas.

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

En la investigación la población estará representada por la totalidad de la línea 14 de envasado que comienza en la preparación del jarabe hasta el paletizado en un periodo de tiempo medido en 10 meses antes y 10 meses después en donde se observará los tiempos de producción y las cantidades producidas semanalmente. Según:

Bernal (2010) indicó “La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 160).

El autor argumenta que la población es el grupo o conjunto de elementos a los que se expone la investigación. . La unidad de análisis de la investigación es todo el proceso productivo de la línea 14 de envasado

### **2.3.2 Muestra**

En esta investigación la muestra es igual a la población por ser un diseño de investigación experimental tipo cuasi experimental. Según:

Bernal (2010) “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio” (p. 161).

El autor indica que la muestra es parte de la población de donde se va a obtener información que nos permita medir y observar las variables del estudio. En el presente caso la muestra de análisis de la investigación es todo el proceso productivo de la línea 14 de envasado.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **2.4.1 Técnica**

Después de haber desarrollado el plan de investigación, se empezará con la técnica de recolección de datos, es cuando se tiene el contacto directo con la realidad del problema y poder realizar el análisis correspondiente.

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (P. 198).

Los autores argumentan que mediante la observación vamos a adquirir datos mediante la recopilación de información objetiva y precisa sobre las características de la unidad de estudio contenido en las variables e hipótesis de la presente investigación.

### **2.4.2 Instrumento**

El instrumento apropiado para la presente investigación fue la hoja de registros, porque nos permite registrar datos o información de las variables de estudio. Según:

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron “Un instrumento de medición es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p. 199).

Los autores argumentaron que el instrumento es donde se recolecta la información de todas las actividades e incidencias para su estudio y posibles mejoras de los datos que se manifiesten en el trabajo de investigación. Se detallan a continuación los instrumentos de la investigación.

**Hoja de Registros:** Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Eficiencia general de equipos: Registro donde nos indicará las máquinas que contienen mayor frecuencia de paradas y necesita intervención

Registro de datos: Registró donde van las horas de operación de la línea 14 de envasado Tetra Pak, las fallas y el tiempo de reparación.

Orden de trabajo: Sera utilizada como un formato de solicitud de trabajo, por el cual se va a monitorear y controlar los trabajos finalizados, es una herramienta de control.

**Hoja de Registros:** Productividad

Hoja de control de la producción

Reporte Mensual de la producción

**Validación y confiabilidad del instrumento**

En la presente investigación la validación de contenido fue realizada mediante el juicio de tres expertos o jueces que cumplan con el perfil de grado de Magister y/o Doctor, pertenecientes a la escuela de Ingeniería Industrial para dar validez a los instrumentos de la investigación.

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron “La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 200).

Los autores argumentaron que la validación se encarga de medir la veracidad de los instrumentos idóneos. Para la validación de hipótesis.

Tabla 2

*Valide de los instrumentos por el juicio de expertos de la universidad*

EXPERTO	DATOS O CARGOS	RESULTADO
Conde Rosas, Roberto	Magister	Aplicable
Alvarado Rodríguez, Oscar	Magister	Aplicable
Rivera Rodríguez, José Pablo	Doctor	Aplicable
Total		Aplicable

## Confiabilidad

En la investigación realizada se utilizó instrumentos como también técnicas reales como las hojas de registros de producción y los reportes de control de la producción mediante la técnica de observación. En este sentido:

Hernández, Fernández & Baptista indicaron (2014) indicaron “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación produce resultados consistentes y coherentes” (p. 200).

Los autores argumentan que la confiabilidad está en función de asegurar que la técnica e instrumentos que se usara en la investigación para medir son confiables. Y esto debe ser validado por expertos.

Tabla 3

*Grado de confiabilidad*

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Tabla 4

*Valor de alfa de Cronbach*

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,946	6

De la tabla 4 el valor de Alfa de Cronbach es de 0,946 y está entre los valores del rango de 0.72 – 0.99, por lo tanto mis datos tienen una excelente confiabilidad.

## **Método de análisis de datos**

En la estadística descriptiva obtendremos datos y estos serán tabulados y representados mediante diagramas, tablas y figuras tanto las variables como las dimensiones del estudio, se usarán métodos estadísticos que nos permita verificar los resultados, es por ello que se usará como herramienta principal el Microsoft Excel, se cuenta con una extensa variedad de gráficos donde se representara la información obtenida, siendo de uso común gráficos de barras e diagramas de vectores, etc.

En la estadística inferencial se va a ejecutar la prueba de validación de hipótesis que se confirmara con la prueba de normalidad, se usara como data la prueba de Shapiro Wilk porque nuestra población es igual a 30 datos, de acuerdo a los resultados alcanzados se ejecutará la prueba de T-Student o Wilcoxon y esto de acuerdo a los resultados de los tos obtenidos son paramétricos o no paramétricos respectivamente, para ello se realizó el análisis estadístico mediante el software SPSS - versión 24 que permite tabular los datos y comprobar si es válida la hipótesis.

Hernández, Fernández & Baptista (2014) indicaron “El método de análisis de datos evalúa la confiabilidad, validez y objetividad de los instrumentos de medición utilizados, analiza e interpreta mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas” (p. 270).

Los autores argumentaron el análisis de datos mediante la estadística se encarga del procesamiento de los datos para evaluar la validez, confiabilidad y objetividad del instrumento. Es la forma de comprobar que las hipótesis planteadas sean aceptadas y sean resultados de la investigación. Cada trabajo de investigación tiene procesamiento de datos diferentes y eso depende mucho de los temas a tratar.

## **2.5 Aspectos éticos**

Para realizar la investigación se extrae información de la empresa, el cual es exclusivamente para fines académico, de este modo se afirma que la información y la recolección de datos para la investigación son verdaderos y son fiables.

En el proceso de toda la investigación se tendrá muy en cuenta la veracidad de resultados, no dejando de lado el respeto por la propiedad intelectual, la responsabilidad social y el medio ambiente.

Catedra (2002) explicó:

En la práctica científica hay principios éticos rectores. Dado que la ciencia busca evidencias y se apoya en la rigurosidad, el investigador debe hacer gala de "altos estándares éticos", como la responsabilidad y la honestidad. Muchos ideales y virtudes los recibe el científico de la sociedad en la cual está inmersa y a la cual se debe. La moralidad y el sentido del deber lo conectan a su entorno (p. 321)

### **III. RESULTADOS**



### **3.1 Situación actual de la empresa**

#### **Generalidades**

La empresa AJE es una empresa multinacional peruana más grande de bebidas, teniendo presencia en más de 23 países de América, Asia y África. Aje a nivel mundial es la décima empresa con mayores ventas de bebidas en volúmenes de venta y el cuarto de mayor producción en bebidas carbonatadas. (Fuente: Euro monitor, 2011). Tiene un fuerte compromiso con llegar al consumidor con menores recursos y proporcionarles un acceso a productos de alta calidad y precio justo.

#### **Misión**

Ser la mejor alternativa de productos elaborados a través de una cultura de servicio y crecimiento que busca la excelencia desarrollando a nuestros colaboradores y contribuyendo al bienestar de la sociedad

#### **Visión**

Ser la marca de bebidas de mayor preferencia para el consumo a través de una organización ligera, solida, comprometida y productiva, ofreciendo el mayor valor en producto y siendo líderes en costos

#### **Ubicación**

La empresa está ubicada en Lima - Perú en el distrito de Lurigancho, en la dirección Av. la Paz Mz. A Lote. 30

#### **Historia**

En tiempos atrás en la región peruana de Ayacucho fue destruida durante los conflictos entre las fuerzas armadas peruanas y el grupo guerrillero Sendero Luminoso generando la salida de los principales distribuidores de bebidas.

En ese tiempo la familia Añaños empezó a producir bebidas de gaseosa bajo el logo de Kola Real.

Su fuerza de ventas se centró en zonas de la población no atendidas por las marcas líderes en ese momento, que solo llegaban a consumidores con mayor poder adquisitivo.

La clave de éxito de Aje fue ofrecer productos de alta calidad y precio justo a personas de bajos recursos. AJE tiene 28 años dedicados a la producción de bebidas y teniendo presencia en más de 23 países a nivel del mundo.



*Figura 2.* Presencia de AJE en el mundo.

Dentro del portafolio de productos AJE tiene marcas como, BIG Cola la marca más emblemática. La empresa produce todo tipo de bebidas como gaseosas no alcohólicas, aguas, zumos, bebidas isotónicas y energéticas.

En el año 2015, la empresa vendió 3.600 millones de litros de bebidas a nivel del mundo.

La empresa es el cuarto productor de bebidas gasificadas por volumen de ventas y la tercera empresa en carbonatadas en los países que tiene presencia. (fuente: Canadean Annual Soft Drinks – Wisdom – 2014).

La empresa vende sus productos directamente o a través de distribuidores en 23 países de América Latina, Asia y África: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, El Salvador, Guatemala, Honduras, Isla Reunión, México, Nicaragua, Nigeria, Panamá, Perú, Venezuela, India, Indonesia, Tailandia y Vietnam. Los productos de AJE también se exportan y se distribuyen en Camboya, Malasia, Myanmar y Laos.

En el mundo Aje cuenta con 32 lugares de fabricación y más de 89 líneas de producción en todas sus operaciones a nivel del mundo cuenta con

La empresa cuenta con más de 13000 trabajadores entre directos e indirectos siendo una de las mayores razones de su éxito.



Figura 3. Marcas del grupo AJE.

### 3.1.1 Proceso de producción de la línea 14 de envasado tetra pak.

A continuación se explicará el flujo de proceso de la producción de bebidas en envases de cartón o como se conocen líneas de producción envasado Tetra Pak (Envase de cartón Tetra Pak)



Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de envasado tetra pak.

La líneas de producción tetra pak presenta el flujo mostrado en el cuadro anterior de manera secuencial, cada bloque incluye equipos que procesan la materia prima en los distintos niveles para obtener los productos finales. Se debe mencionar que el tipo de envase utilizado en este proceso es de material de cartón, aluminio y polietileno.

**Sala de preparación de jarabe néctar:** El proceso de la preparación de jarabe comienza con la mezcla de agua, pulpa y azúcar líquida. La pulpa de durazno vienen en cilindros y es succionando mediante una bomba de lóbulos para ser depositado en un mezclador (Tetra Almix), a su vez es mezclada con agua tratada y finalmente se agrega el azúcar líquida para la mezcla final. Este jarabe es depositado en tanques de almacenamiento para posteriormente ser enviado a sala de pasteurizado.

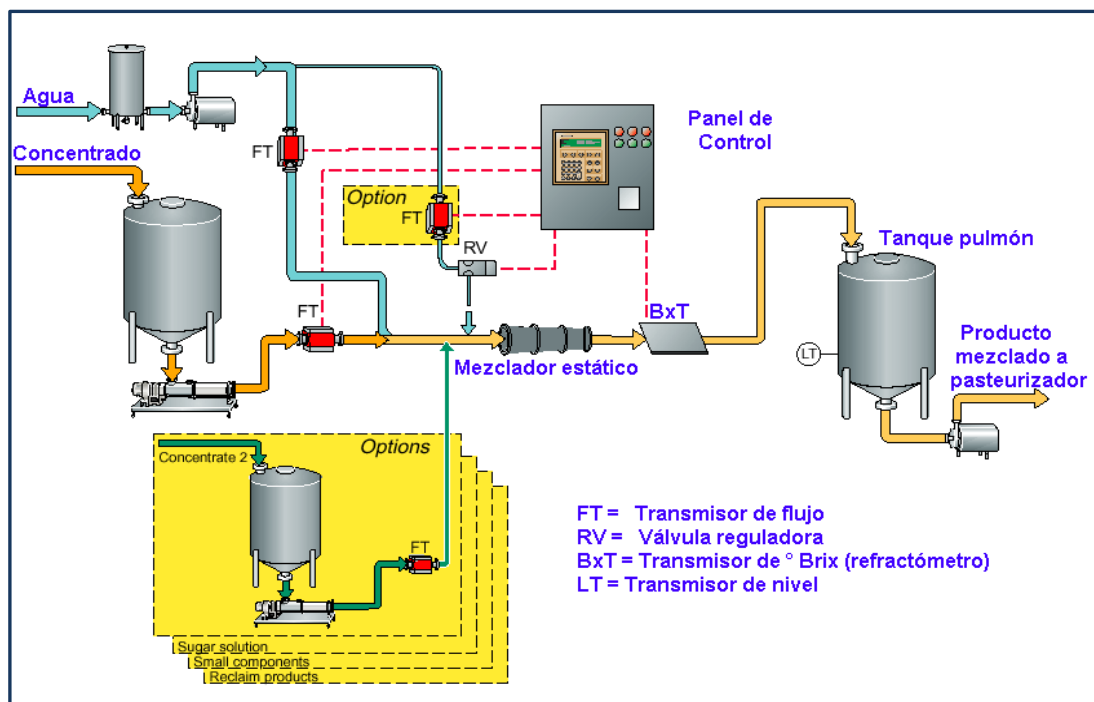


Figura 5. Diagrama del flujo de proceso de jarabe terminado

**Sala de pasteurización:** El jarabe preparado es traído a los tanques de almacenamiento de sala de pasteurizado, es pasado por el pasteurizador y mediante un proceso térmico a 95°C y es enfriado mediante un intercambiador de calor y enviado a la llenadora a una temperatura de 12°C.



Figura 6. Equipo – Pasteurizador Tetra Drink.

**Sala de llenado:** El proceso de envasado es automatizado y comienza por colocar el papel que viene en bobinas (Rollos) de papel que pasa por un proceso de desinfección, pasa por un baño de peróxido de hidrogeno y luego por una cámara de secado formado por resistencias que a una temperatura de 120 °C seca el papel y este quede estéril. El envase es formado y luego llenado de manera aséptica, todo el proceso lleva un control de estándares de calidad que garanticen la inocuidad del producto.



*Figura 7.* Equipo – Llenadora Tetra Pak TBA8

**Sala de distribución:** En este proceso el producto ya se encuentra envasado y codificado, depende del formato se le coloca tapa o pitillo y posteriormente es encajonado y este puede ser manual o automático.



*Figura 8.* Equipo – Aplicador de tapas Tetra Pak TCA21



*Figura 9.* Equipo – Encartonadora Tetra Pak TCP70



**Paletizado:** Este proceso se realiza manualmente en parihuelas y cumple con una secuencia de ordenamiento, luego es forrado para ser almacenados en los almacenes para despacho.



*Figura 10.* Producto en parihuelas



*Figura 11.* Forrado de producto en parihuelas



**Sala de Cip – Lavados:** Este proceso se realiza antes y después del proceso productivo donde se realiza el lavado de tanques, pasteurizador, llenadora y tuberías. Existe intervalos de tiempos para cada lavado y se lleva un control de temperaturas y concentración de soda caustica.



*Figura 12.* Equipo – Tetra Pak Alcip

En resumen las líneas de envasado Tetra Pak mantienen un mismo esquema de equipos para su correcta operación.

### Indicadores de las líneas de envasado Tetra Pak 2017

Actualmente la empresa cuenta con 7 líneas de envasado designadas a la producción de productos en envase Tetra pak, las mismas que presentaron los siguientes resultados en el 2017:

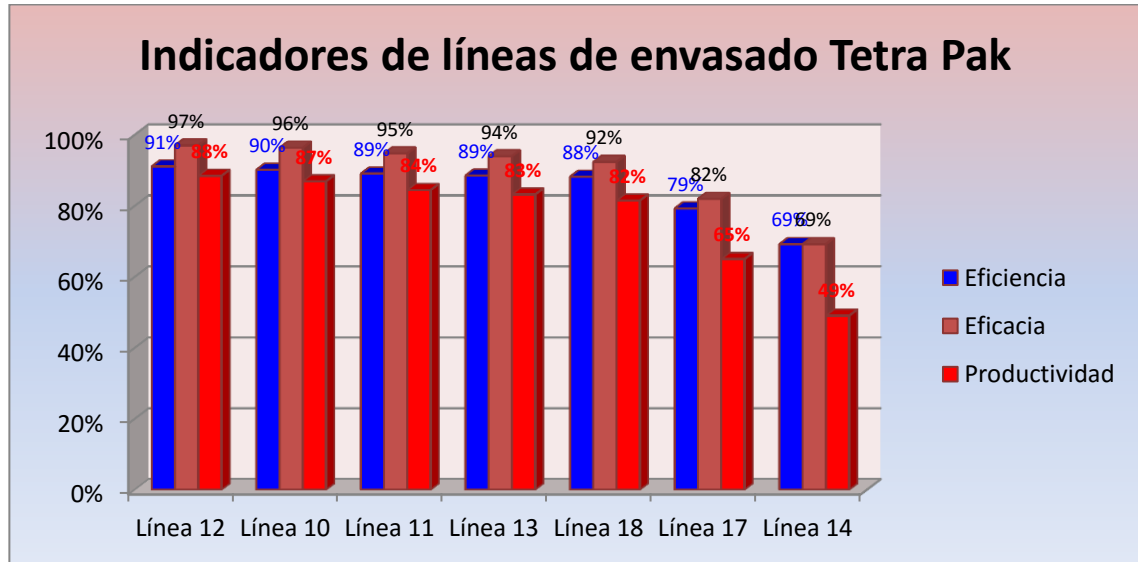


Figura 13. Indicadores de líneas de envasado Tetra Pak

Los valores de índices de eficiencia y de la eficacia eficacia se involucran en el porcentaje de la productividad estos valores se ve afectado por los siguientes casos:

- Paradas de máquina (mantenimiento correctivo).
- Regulaciones en producción.
- Disponibilidad de personal Técnico.
- Errores de operación.
- Otros.

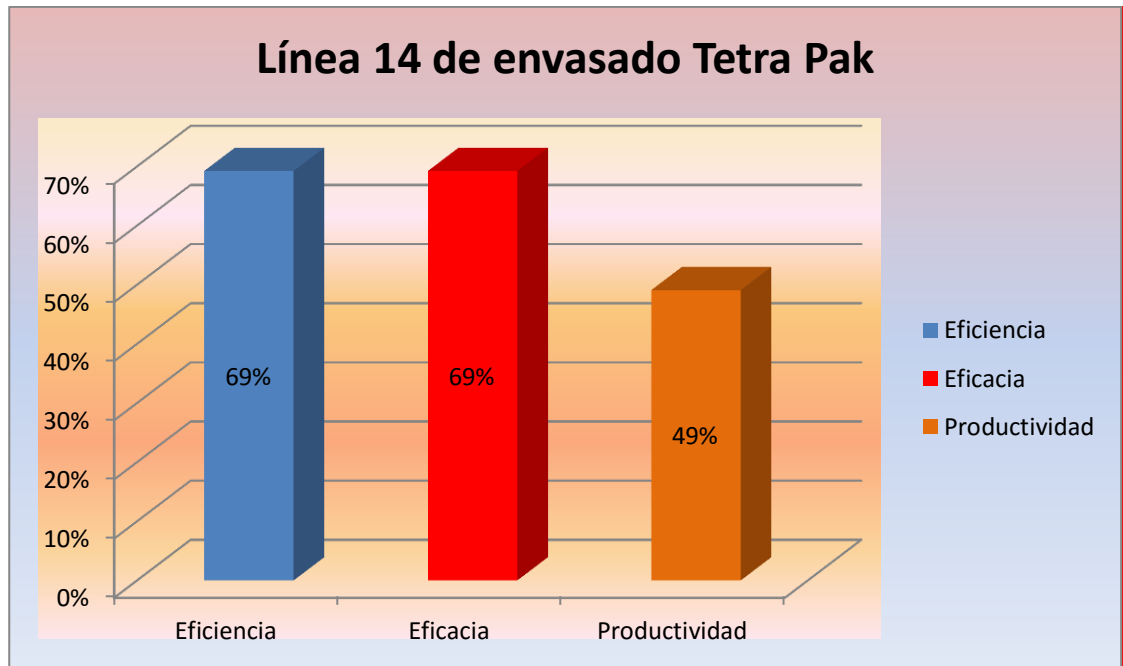
Podemos distinguir que el indicador de la productividad es afectado por toda actividad que paralice la producción, sea por problemas de la línea o externos a ella. Existe un indicador que diferencia paradas externas o ajenas a la línea y se le conoce como eficiencia mecánica, revisaremos el detalle de las paradas de la línea 14 de envasado Tetra

Pak porque este posee la menor productividad de todas las líneas de envasado Tetra Pak y es motivo de estudio.

Reporte	Tiempo de operación			
	T-operativo	T-reparación	N° de fallas	H-M Programadas
Reporte 1	10.1	6	18	16
Reporte 2	6.0	2	9	8
Reporte 3	19.0	5	11	24
Reporte 4	16.0	8	9	24
Reporte 5	12.0	4	8	16
Reporte 6	13.0	3	5	16
Reporte 7	11.5	5	19	16
Reporte 8	12.0	4	10	16
Reporte 9	19.0	5	6	24
Reporte 10	6.0	2	5	8
Reporte 11	19.0	5	7	24
Reporte 12	6.0	2	7	8
Reporte 13	11.0	5	10	16
Reporte 14	10.2	6	31	16
Reporte 15	16.6	7	11	24
Reporte 16	3.2	5	9	8
Reporte 17	15.9	8	15	24
Reporte 18	12.5	4	8	16
Reporte 19	12.2	4	9	16
Reporte 20	5.7	2	5	8
Reporte 21	9.6	6	15	16
Reporte 22	14.1	2	5	16
Reporte 23	10.6	5	8	16
Reporte 24	5.0	3	5	8
Reporte 25	4.0	4	7	8
Reporte 26	13.4	11	11	24
Reporte 27	16.9	7	22	24
Reporte 28	7.6	8	9	16
Reporte 29	5.1	3	8	8
Reporte 30	13.63	2	10	16

Figura 14. Resumen de tiempo de operación 2017

El tiempo improductivo es uno de los problemas principales, el mismo que se revisará y analizar en un diagrama de causa raíz.



*Figura 15.* Indicadores de la línea 14 de envasado Tetra Pak

Como se aprecia en los resultados de eficiencia y eficacia cuentan con la misma tendencia y se le aplicará una metodología de mantenimiento para mejorar el indicador de productividad.

### **3.2 Plan de mantenimiento de la metodología RCM**

El primer paso es implementar de manera adecuada la metodología RCM, comenzando por realizar un análisis de lo general a lo más particular. La metodología sugiere que la implementación se de manera integral a todos los equipos que participan en proceso productivo ya sean equipos principales o secundarios.

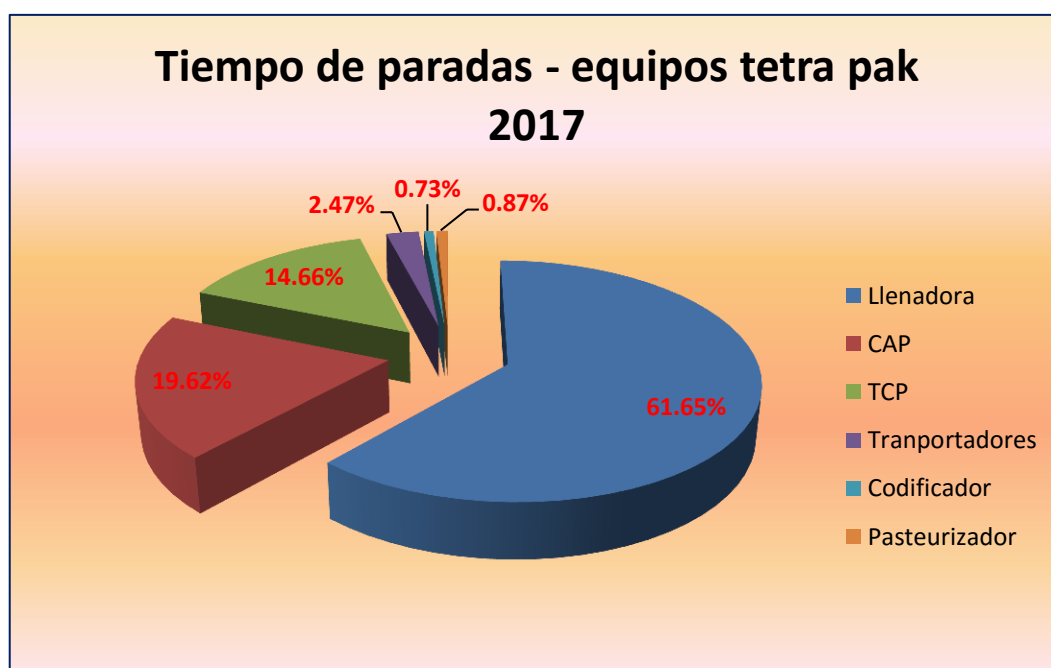
#### **Selección de maquinas**

La línea de envasado Tetra Pak cuenta con los siguientes principales equipos:

- Almix

- Pasteurizador
- Llenadora
- Codificador
- Aplicador de Tapas
- Encartonadora
- Transportadores

A continuación se presenta el acumulado de paradas del año 2017 que se utilizara como base para determinar cuál de los equipos genera la mayor parte de paradas de la línea 14 de envasado Tetra Pak.



*Figura 16.* Tiempo de paradas –Equipos Tetra Pak 2017

Como se muestra en el grafico el equipo que mayor porcentaje de parada es la llenadora con 61.65% del total.

### **Grupo de análisis**

La metodología del RCM enmarca las siete preguntas las cuales no pueden ser respondidas en su totalidad por el personal de mantenimiento, por lo cual se busca la colaboración y compromiso del personal de producción. Por este motivo se plantea la formación de un grupo de trabajo multidisciplinario que tendrá la siguiente estructura:

- Facilitador (planificador de mantenimiento y/o especialista tercero)
- Especialista Mecánico (Técnico mecánico)
- Especialista Eléctrico (Técnico eléctrico)
- Producción (Supervisores del área de producción: Pasteurizado, envasado y distribución)


Con la conformación de este grupo se logra la participación de todos los procesos representados por cada supervisor o especialista, de esta manera se obtiene un análisis más completo que nos permitirá tener un panorama amplio y realizar una toma de decisiones correctas a nivel administrativo.

### **Capacitación del grupo.**

Luego de la formación de grupos se debe realizar capacitaciones al personal para que las actividades sean explicadas a los técnicos y supervisores que tendrán participación constante con estas herramientas, para lo cual se arma el siguiente programa de capacitaciones

- Capacitación al personal técnico mecánico y eléctrico
- Capacitación al personal de producción e ingenieros de turno.
- Capacitación de la persona encargada de la generación y gestión de OT.
- Elaboración de las hojas de inspección de ruta de líneas.

Toda capacitación debe ser medida su efectividad, para la cual se establece una evaluación.

	<b>FORMATO:</b> EVALUCION DE CAPACITACION		PERU
	CÓDIGO: FO-RH-01	FECHA:	
	N° DE EDICIÓN: 4	PAG. 1 / 1	

Tipo de sesión: Charla ( ), Capacitación ( ), Curso-Taller ( ), Reunión ( ), Otro: ..... Fecha:

Hora de inicio: ..... Hora de Termina: .....

Tema:	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)
Material Entregado:	

N°	PREGUNTAS
1	¿Qué significa RCM?
2	¿Cómo contribuye usted a la implementación de la metodología RCM?
3	¿Qué significa Mantenimiento Predictivo?
4	¿Cuáles son las 7 preguntas del RCM?
5	¿Para qué sirve el AMFE?
6	¿En qué consiste el Mantenimiento Autónomo?
7	Defina los conceptos de <del>Mantenibilidad</del> y Confiabilidad
8	Que función tiene el plan de mantenimiento de un equipo
9	Que es un CMMS y para qué sirve en la gestión de mantenimiento

*Figura 17.* Formato de evaluación

### **Aplicación de las 7 preguntas del RCM**

Se procederá a describir las 7 preguntas del RCM de manera general, ya que al responder se obtendrá información básica para tener formas de intervención en las máquinas y mantener su buen funcionamiento.

#### **Funciones y parámetros funcionales (Pregunta 1)**

Es importante definir en qué condiciones, parámetros de funcionamiento trabaja el equipo, el contexto operacional será la base para determinar la actividades preventivas del equipo. También debemos determinar que funciones cumple el equipo dentro de la empresa, se debe listar en funciones principales y secundarias.

Es muy importante tener a las personas que operan los equipos dentro del grupo de trabajo tanto como el personal de mantenimiento y producción, que son quienes conviven el día a día con los equipos y activos de la empresa.

### **Fallas funcionales (Pregunta 2)**

Comprende el identificar como puede fallar el equipo y no cumplir con la función según los parámetros establecidos por el usuario, se debe tener de forma clara las funciones para determinar las fallas funcionales y estas pueden ser de una a más.

### **Modos de falla (Pregunta 3)**

Tenemos que los modos de falla son las causas que ocasionan el estado de parada o falla, solo llegando a la causa raíz podemos asegurarnos que las actividades de mantenimiento que se establezcan puedan eliminar las causas de manera eficiente

### **Efectos de falla (Pregunta 4)**

Son los efectos asociados a cada falla descrita y deben ser determinados claramente con grado de importancia y criticidad para un posterior soporte técnico.

### **Consecuencias de falla (Pregunta 5)**

Se debe dar vital importancia en considerar también los aspectos como medio ambiente, seguridad y de operación se debe tener claro de qué manera afecta a la operación. Estas consecuencias de falla son clasificadas por el RCM en cuatro grupos:

- Consecuencia de fallas ocultas.
- Consecuencias de seguridad y medio ambiente.
- Consecuencias operacionales.
- Consecuencias no operacionales.

Se debe realizar una correcta identificación de consecuencias ya que cada actividad que se realice será distinta.

### **Estrategias de mantenimiento (Pregunta 6 y 7)**



Con la información recopilada en las preguntas anteriores, podremos evaluar las acciones que debemos realizar y proponer para cada equipo. Con el fin de mantener la operatividad de los equipos se debe precisar qué tipo de mantenimiento se va aplicar para a cada actividad. Tenemos los siguientes mantenimientos.

**Mantenimiento preventivo:** También conocido como mantenimiento de sustitución o reacondicionamiento cíclico, básicamente realizadas con un intervalo fijo de tiempo.

**Mantenimiento correctivo:** También llamado trabajo a rotura, por lo general no se practica ninguna tarea preventiva ni predictiva, por lo general se aplica cuando el repuesto es común y con un costo bajo y su reparación y/o reutilización no es rentable.

**Mantenimiento detectivo:** Conocido también como búsqueda de fallas, basado en la utilización de dispositivos que permitan controlar el funcionamiento de los equipos o activos bajo ciertos parámetros. Principalmente utilizado en industrias altamente automatizadas, donde es importante mantener un control más a detalle de los equipo por su alta complejidad.

**Mantenimiento predictivo:** Se basa en la inspección para buscar indicios de falla de los equipos antes de que ocurran. Pueden ser estas visuales o con mediciones periódicas, tales como análisis vibracional, termo gráficos, aceites, ultrasonido, etc. Estos permiten conocer el estado del componente, y decidir si es factible el cambio o mantenimiento.

**Mantenimiento autónomo:** Son las actividades dirigidas al personal operador del equipo que adicionalmente a la rutina de manejo de máquina, contara (previa capacitación) un nivel de responsabilidad básico en el cuidado y mantención del equipo, para lo cual se incluye en la metodología RCM. Establecer actividades concretas en este nivel.

### **Criterios de aplicación del RCM**

Comenzamos por el equipo que cuenta con mayor tiempo de paradas que es la llenadora, presenta el 61.65% de paradas según la figura N° 17 “Tiempo de parada x

equipo tetra pak 2017”. Se va a determinar los sistemas y funciones que comprende el equipo y se va a organizar en sistemas y sub sistemas para así analizar la función de cada elemento funcional:

Tabla 5

*Sistemas y elemento funcional de la llenadora TBA8.*

<b>SISTEMA</b>	<b>SUB - SISTEMA</b>	<b>ELEMENTO FUNCIONAL</b>
<b>Superestructura</b>	Cámara aséptica	Anillos formadores Sensor de presión
	Sistema de circulación de agua	Bomba Filtros
	Válvulas ABC	Válvula
	Rodillos alimentadores	Rodillo
	Sistema Pulltab	Cuchilla Resistencia Cilindros neumáticos
<b>Cuerpo Principal</b>	Sistema de Peróxido	Empaques Electroválvulas Motor
	Paneles neumáticos	Válvulas Filtros
	Unidad Hidráulica	Bomba Filtros
<b>Unidad de Levas</b>	Unidad de Mando	Leva
	Brazos concéntricos	Eje Rodillos
<b>Sistema de brazos</b>	Brazos	Cuchilla Inductor
	Yugos	Eje
	sistema de llenado	Tubo
	Sistema de corrección	Ejes
<b>Pelgador Final</b>	Estrella	Rolos
	Sellador de solapas	Resistencias
	Pulpo de descarga	Fajas
<b>Sistema ASU</b>	Sistema de aplicación de tira	Motor
	Sistema de ASU	Rodillos
	Sistema de empalmador automático	Palca de sellado
<b>Sistema de servicios</b>	Compresor	Bomba
	Unidad principal de aire	Filtros

Seguidamente se realiza los fallos funcionales de cada elemento funcional y también el modo de falla.

Tabla 6

*Fallas funcionales y modo de falla de la llenadora TBA8.*

<b>FUNCIONES</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODO DE FALLA</b>
Dar forma al papel para cerrar el envase	No dar forma al papel para cerrar el papel	Rodillos trabados o con desgaste
Mandar una señal al PLC indicando que existe presión en la cámara	No mandar la señal al PLC indicando que existe presión	Sensor sucio o malogrado
Generar flujo en todo el sistema de refrigeración	No generar flujo en todo el sistema de refrigeración	Motor Trabado
Retener partículas que ingresen al sistema de refrigeración	No retener partículas que ingresen al sistema de refrigeración	Filtro saturado
Aperturar y cerrar el ingreso de vapor y producto respectivamente	No aperturar y cerrar el ingreso de vapor y producto respectivamente.	Empaques dañados
Guiar al papel en el recorrido hasta los anillos formadores	No guiar al papel en el recorrido hasta los anillos formadores	Rodamientos trabados
Cortar el papel para colocar la lámina de aluminio	No Cortar el papel para colocar la lámina de aluminio	Cuchilla en mal estado
Sellar el aluminio y polietileno al envase	No sellar el aluminio y polietileno al envase	Resistencia quemada
Dar presión a las palcas de sellado	No dar presión a las palcas de sellado	Cilindro con fuga
Sellar las uniones de tuberías	No sellar las uniones de tuberías	Empaques resecos
Aperturar y cerrar válvulas para el pase de peróxido	No aperturar y cerrar válvulas para el pase de peróxido	Electroválvulas dañadas
Generar flujo en el sistema de peróxido	No generar flujo en el sistema de peróxido	Motor Trabado
Aperturar y cerrar el ingreso de aire	No aperturar y cerrar el ingreso de aire	Válvulas dañadas
Evitar el ingreso de Humedad y aceite al sistema neumático	No evitar el ingreso de Humedad y aceite al sistema neumático	Filtro saturado
Generar presión en el sistema de mordazas	No generar presión en el sistema de mordazas	Motor Trabado
Retener partículas que ingresen al sistema hidráulico	No retener partículas que ingresen al sistema hidráulico	Filtro saturado
Dar movimientos a las mordazas y Yugos de manera sincronizadas	No dar movimientos a las mordazas y Yugos de manera sincronizadas	Leva con desgaste
Mover los ganchos de presión	No mover los ganchos de presión	Eje Dañado
Dar movimientos a los brazos de corte y presión	No dar movimientos a los brazos de corte y presión	Rodillos dañados
Cortar el envase con producto	No cortar el envase con producto	Cuchilla sin filo
Sellar el envase con producto	No sellar el envase con producto	Inductor con hebra de cobre dañada
Guiar el movimiento del yugo	No guiar el movimiento del yugo	Eje sin capa de cromo
Llenar de producto dentro del envase	No llenar de producto dentro del envase	Tubo de llenado con desgaste
Dar medida correcta a los brazos para el corte de envase	No dar medida correcta a los brazos para el corte de envase	Rodamientos trabados
Dar posición a chapaletas de formación	No dar posición a chapaletas de formación	Rolos con desgaste
Sellar solapas de envases	No sellar solapas de envases	Toberas obstruida
Dar movimiento al pulpo de descargas	No dar movimiento al pulpo de descargas	Faja estirada
Dar movimiento a almacén de tira	No dar movimiento a almacén de tira	Motor Trabado
Dar tensión al papel en el recorrido	No dar tensión al papel en el recorrido	Rodamientos trabados
Sellar el papel en cada empalme	No sellar el papel en cada empalme	Placa con desgaste
Enfriar el agua de sistema de refrigeración	No enfriar el agua de sistema de refrigeración	Motor Trabado
Filtrar el ingreso principal de aire	No filtrar el ingreso principal de aire	Filtro saturado

Se define una escala de criticidad para catalogar los efectos de falla de esa manera priorizamos las intervenciones según la importancia que se determinó estas pueden ser por seguridad, calidad y disponibilidad del equipo.

Tabla 7

*Escalas de criticidad.*

CRITICIDAD	DESCRIPCION
ALTA	Se considera criticidad Alta a las fallas que ocasionan lo siguiente:
	1. Demandan recursos muy costosos o de importación.
	2. Comprometen la integridad del personal operador y técnico
	3. Comprometen la calidad del producto.
	4. No son de fácil identificación.
MEDIA	Se considera criticidad Media a las fallas que ocasionan lo siguiente:
	1. Generan paradas cortas posible de solucionar de forma rápida
	2. No compromete la seguridad del operador o técnico.
	3. No compromete la calidad del producto.
	4. Son detectables en las inspecciones.
BAJA	Se considera criticidad Baja a las fallas que ocasionan lo siguiente:
	1. Pueden ser solucionadas por el operador (previa capacitación RCM)
	2. No ocasionan parada del equipo.
	3. Son de fácil identificación.

A continuación se va a realizar el AMEF (Modo y efecto de falla)

**Tabla 8**

*Análisis de modo y efecto de falla*

MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA	CRITICIDAD	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN (minutos)	OBSERVACIÓN
Rodillos trabados o con desgaste	Mala formación de envases	Alta	Realizar Limpieza de bujes y ejes y realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	30 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sensor sucio o malogrado	Caída de programa	Alta	Realizar limpieza de sensor y verificar sensibilidad	60 días	180	Herramientas a utilizar: Multitester
Motor Trabado	Parada de maquina	Alta	Realizar mantenimiento de motor, cambio de rodamiento y barnizado de estator.	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Filtro saturado	Parada de maquina	Media	Limpieza de filtro y purgado del sistema de circulación de agua	180 días	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Empaques dañados	Dificulta la operación	Media	Realizar la inspección y limpieza del tanque de peróxido.	90 días	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Rodamientos trabados	Mala formación de envases	Media	Realizar el cambio de rodamientos e un determinado tiempo.	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Cuchilla en mal estado	Envases con fuga de producto	Alta	Realizar cambio de cuchillas en un determinado tiempo	180 días	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Resistencia quemada	Envases con fuga de producto	Alta	Inspección del estado de la resistencia, limpieza y calibración	90 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Cilindro con fuga	Envases con fuga de producto	Alta	Inspección del estado de los cilindros y limpieza	180 días	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Empaques resecos	Fuga de peróxido	Media	Realizar los cambios de empaques y limpieza del sistema	60 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Electroválvulas dañadas	Parada de maquina	Alta	Inspección y limpieza de electroválvulas e identificar por zonas	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Motor Trabado	Parada de maquina	Alta	Realizar mantenimiento de motor, cambio de rodamiento y barnizado de estator.	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Válvulas dañadas	Parada de maquina	Alta	Inspección y limpieza de rampa de válvulas	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Filtro saturado	Parada de maquina	Alta	Inspección y limpieza de filtros	90 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Motor Trabado	Parada de maquina	Alta	Realizar mantenimiento de motor, cambio de rodamiento y barnizado de estator.	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Filtro saturado	Problemas de corte y sellado	Media	Inspección y limpieza de filtros	90 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas

Leva con desgaste	Problemas de corte y sellado	Alta	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	240 días	480	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Eje Dañado	Problemas de corte y sellado	Media	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	360 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Rodillos dañados	Problemas de corte y sellado	Media	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Cuchilla sin filo	Mala formación de envases	Alta	Realizar cambio de cuchillas en un determinado tiempo	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Inductor con hebra de cobre dañada	Envases con fuga de producto	Alta	Revisión periódica y pruebas de sellado	90 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Eje sin capa de cromo	Problemas de corte y sellado	Media	Revisión periódica y pruebas de funcionamiento y lubricación.	360 días	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Tubo de llenado con desgaste	Envases con bajo contenido de producto	Alta	Revisión periódica y pruebas de llenado	180	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Rodamientos trabados	Mala formación de envases	Alta	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Rolos con desgaste	Mala formación de envases	Media	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	360 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Toberas obstruida	Mala formación de envases	Alta	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado y recorrido de papel.	180 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Faja estirada	Parada de maquina	Alta	Realizar Limpieza del sistema, realizar regulaciones de centrado..	180	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Motor Trabado	Parada de maquina	Alta	Realizar mantenimiento de motor, cambio de rodamiento y barnizado de estator.	360	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Rodamientos trabados	Mala formación de envases	Media	Inspección de rodillos y verificación de medidas de guía de papel	180	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Placa con desgaste	Problemas de corte y sellado	Media	Inspección de placas de sellado verificación de medidas de guía de papel	180	60	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Motor Trabado	Parada de maquina	Alta	Realizar mantenimiento de motor, cambio de rodamiento y barnizado de estator.	360	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Filtro saturado	Parada de maquina	Media	Limpieza de filtro y purgado del sistema de aire principal	180	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas



### 3.3 Análisis descriptivo de la variable independiente.

Indicador: Nivel porcentual de la confiabilidad del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 9

*Nivel porcentual de confiabilidad.*

SEMANA	CONFIABILIDAD	CONFIABILIDAD
	Antes %	Después %
1	63%	74%
2	75%	89%
3	79%	93%
4	67%	81%
5	75%	84%
6	81%	95%
7	72%	86%
8	75%	89%
9	79%	93%
10	75%	89%
11	79%	95%
12	75%	89%
13	69%	91%
14	64%	78%
15	69%	80%
16	40%	75%
17	66%	80%
18	78%	70%
19	76%	90%
20	71%	85%
21	60%	74%
22	88%	84%
23	66%	80%
24	62%	76%
25	50%	75%
26	56%	75%
27	70%	84%
28	48%	77%
29	63%	75%
30	85%	82%
<b>PROMEDIO</b>	<b>69%</b>	<b>83%</b>



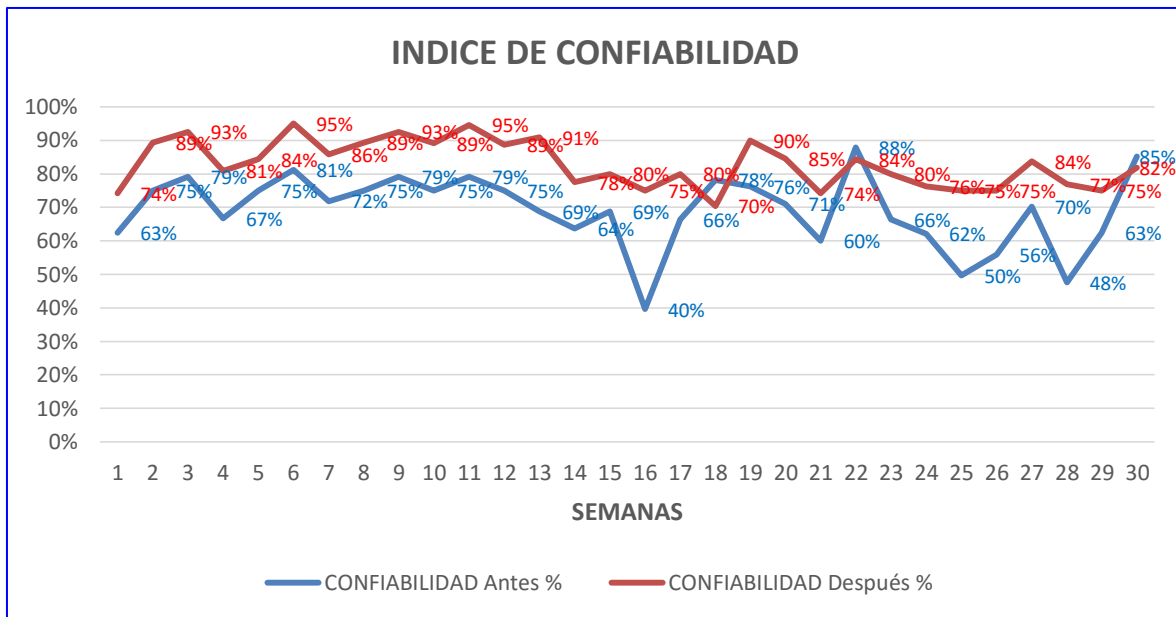


Figura 19. Índice de confiabilidad – Tetra Pak

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 19 y la figura N° 20 podemos evidenciar en el pre-test, el indicador de confiabilidad tiene un porcentaje de 69% y en el post-test, el indicador de confiabilidad tiene un porcentaje de 83 %, logrando así aumentar la confiabilidad en un 14 % con la aplicación de la metodología RCM.

Indicador: Nivel porcentual de la Mantenibilidad del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 10

*Nivel porcentual de Mantenibilidad.*

SEMANA	MANTENIBILIDAD	MANTENIBILIDAD
	Antes %	Después %
1	33.33%	88.57%
2	22.22%	56.67%
3	45.45%	30.00%
4	88.89%	92.00%
5	50.00%	83.33%
6	75.00%	80.00%
7	23.68%	85.00%
8	57.14%	85.00%
9	83.33%	20.00%
10	40.00%	86.67%
11	71.43%	65.00%
12	28.57%	45.00%
13	50.00%	50.00%
14	18.76%	60.00%
15	68.18%	80.00%
16	96.67%	66.67%
17	53.78%	53.33%
18	43.75%	88.75%
19	42.22%	53.33%
20	46.33%	92.50%
21	91.43%	88.57%
22	38.67%	83.33%
23	67.29%	80.00%
24	75.75%	95.00%
25	57.43%	66.67%
26	96.36%	85.71%
27	32.50%	43.33%
28	93.00%	92.50%
29	37.50%	66.67%
30	23.70%	72.50%
<b>PROMEDIO</b>	<b>55%</b>	<b>71%</b>

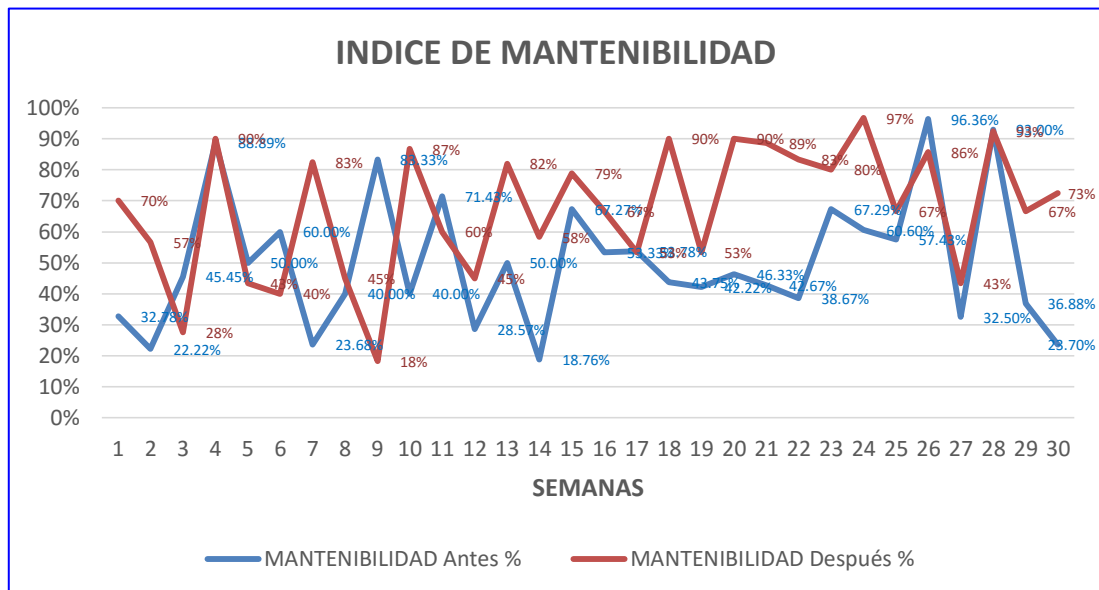


Figura 20. Índice de mantenibilidad – Tetra Pak

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 10 y la figura N° 21 podemos evidenciar en el pre-test, el indicador de mantenibilidad tiene un porcentaje de 55% y en el post-test, el indicador de mantenibilidad tiene un porcentaje de 71 %, logrando así aumentar la mantenibilidad en un 16 % con la aplicación de la metodología RCM.

Indicador: Nivel porcentual de la disponibilidad del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 11

*Nivel porcentual de Disponibilidad.*

SEMANA	DISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
	Antes %	Después %
1	62.50%	74.17%
2	75.00%	89.38%
3	79.17%	92.50%
4	66.67%	80.83%
5	75.00%	84.38%
6	81.25%	95.00%
7	71.88%	85.83%
8	75.00%	89.38%
9	79.17%	92.50%
10	75.00%	89.17%
11	79.17%	94.58%
12	75.00%	88.75%
13	68.75%	83.33%
14	63.65%	77.50%
15	68.75%	80.00%
16	39.58%	75.00%
17	66.39%	80.00%
18	78.13%	70.42%
19	76.25%	90.00%
20	71.04%	84.58%
21	60.00%	74.17%
22	87.92%	84.38%
23	66.35%	80.00%
24	62.13%	76.25%
25	49.75%	75.00%
26	55.83%	75.00%
27	70.21%	83.75%
28	47.69%	76.88%
29	62.50%	75.00%
30	85.19%	81.88%
<b>PROMEDIO</b>	<b>69%</b>	<b>83%</b>

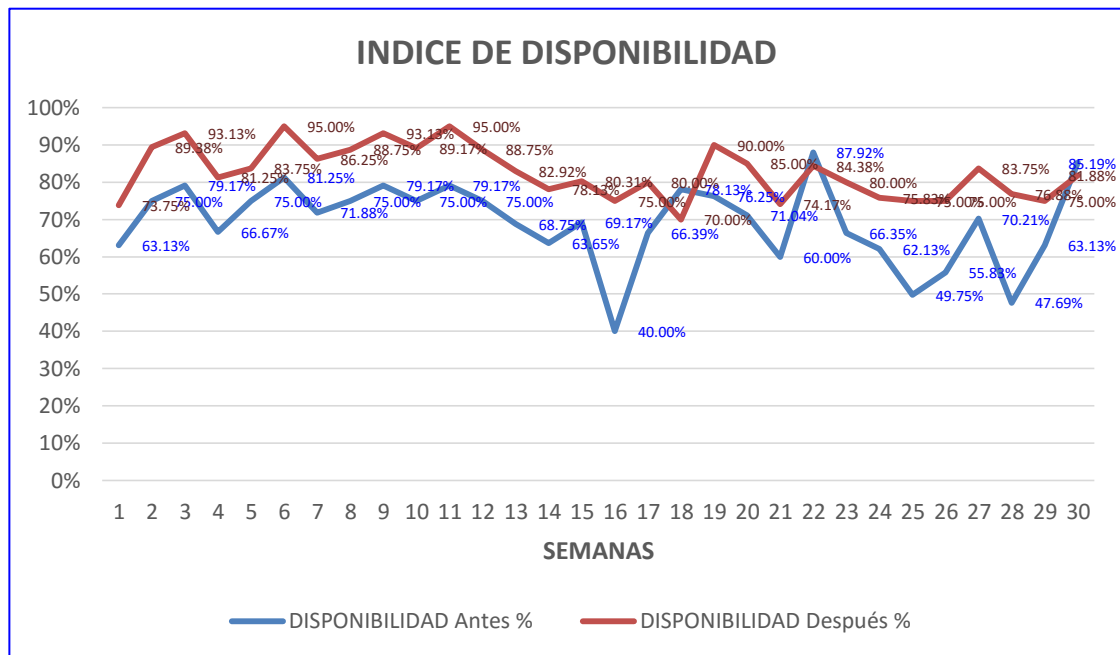


Figura 21. Índice de disponibilidad – Tetra Pak

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N°11 y la figura N° 22 podemos evidenciar en el pre-test, el indicador de disponibilidad tiene un porcentaje de 69% y en el post-test, el indicador de disponibilidad tiene un porcentaje de 83 %, logrando así aumentar la disponibilidad en un 14% con la aplicación del metodología del RCM.

### 3.4 Análisis descriptivo de la variable dependiente.

Indicador: Nivel porcentual de la productividad del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 12

*Nivel porcentual de confiabilidad.*

SEMANA	PRODUCTIVIDAD Antes %	PRODUCTIVIDAD Después %
1	40%	55%
2	56%	79%
3	62%	86%
4	45%	66%
5	56%	71%
6	66%	90%
7	52%	74%
8	56%	79%
9	62%	86%
10	56%	79%
11	62%	90%
12	56%	79%
13	48%	69%
14	41%	61%
15	48%	64%
16	16%	56%
17	44%	64%
18	61%	49%
19	58%	81%
20	50%	72%
21	36%	55%
22	77%	71%
23	44%	64%
24	38%	58%
25	25%	56%
26	31%	56%
27	49%	71%
28	23%	59%
29	40%	56%
30	72%	67%
PROMEDIO	49%	69%

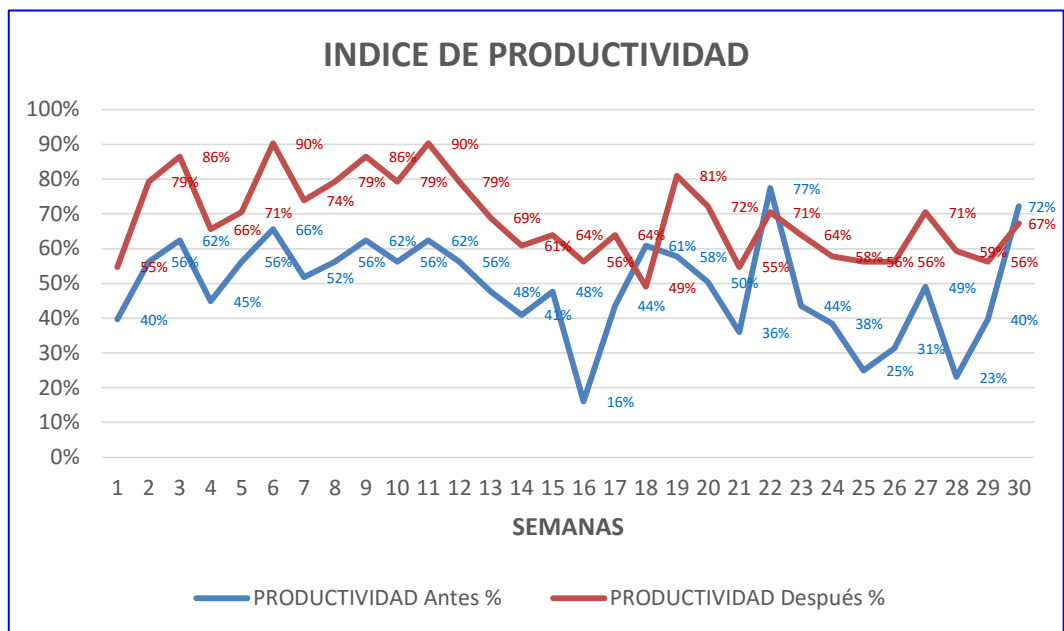


Figura 22. Índice de productividad – Tetra Pak

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 12 y la figura N° 23 podemos evidenciar en el pre-test, el indicador de productividad tiene un porcentaje de 49% y en el post-test, el indicador de productividad tiene un porcentaje de 69 %, logrando así aumentar la productividad en un 20% con la aplicación de la metodología del RCM.

Indicador: Nivel porcentual de la eficiencia del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 13

*Nivel porcentual de Productividad.*

SEMANA	EFICIENCIA Antes %	EFICIENCIA Después %
1	63%	74%
2	75%	89%
3	79%	93%
4	67%	81%
5	75%	84%
6	81%	95%
7	72%	86%
8	75%	89%
9	79%	93%
10	75%	89%
11	79%	95%
12	75%	89%
13	69%	83%
14	64%	78%
15	69%	80%
16	40%	75%
17	66%	80%
18	78%	70%
19	76%	90%
20	71%	85%
21	60%	74%
22	88%	84%
23	66%	80%
24	62%	76%
25	50%	75%
26	56%	75%
27	70%	84%
28	48%	77%
29	63%	75%
30	85%	82%
<b>PROMEDIO</b>	<b>69%</b>	<b>83%</b>



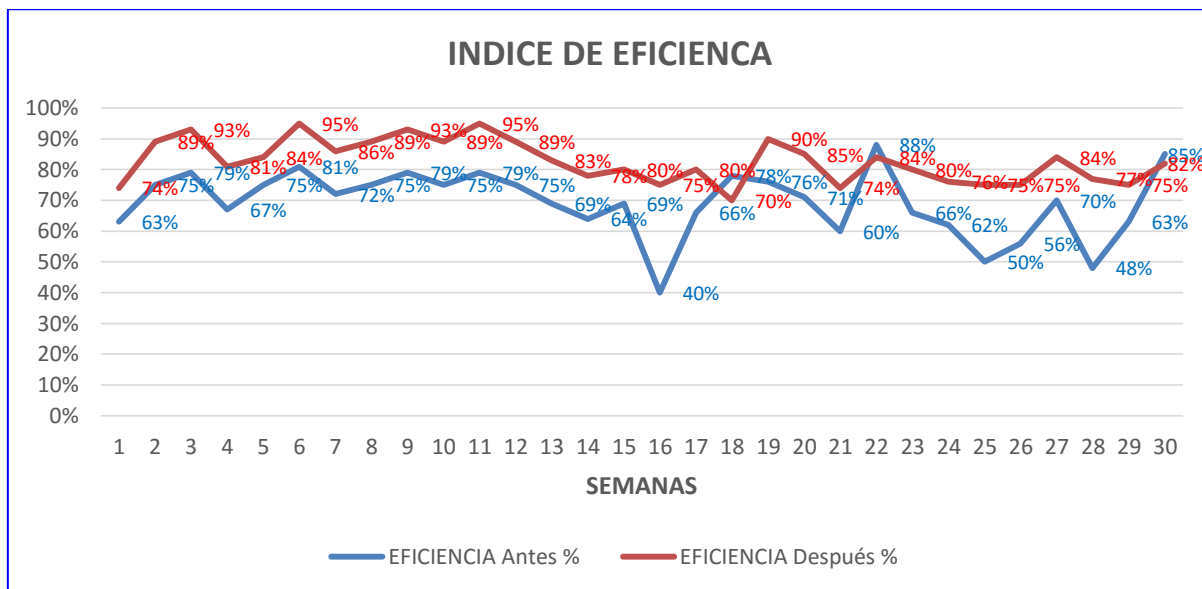


Figura 23. Índice de Eficiencia – Tetra Pak

INTERPRETACIÓN: Según la tabla N° 13 y la figura N° 24 podemos evidenciar de que en el pre-test el indicador de eficiencia tiene un porcentaje de 69% y en el post-test, el indicador de eficiencia tienen un porcentaje de 83 % logrando así aumentar la eficiencia en un 14% con la aplicación de la metodología RCM.

Indicador: Nivel porcentual de la eficacia del proceso productivo de la línea 14 de envasado Tetra Pak.

Tabla 14

*Nivel porcentual de Eficacia*

SEMANA	EFICACIA Antes %	EFICACIA Después %
1	63%	74%
2	75%	89%
3	79%	93%
4	67%	81%
5	75%	84%
6	81%	95%
7	72%	86%
8	75%	89%
9	79%	93%
10	75%	89%
11	79%	95%
12	75%	89%
13	69%	83%
14	64%	78%
15	69%	80%
16	40%	75%
17	66%	80%
18	78%	70%
19	76%	90%
20	71%	85%
21	60%	74%
22	88%	84%
23	66%	80%
24	62%	76%
25	50%	75%
26	56%	75%
27	70%	84%
28	48%	77%
29	63%	75%
30	85%	82%
<b>PROMEDIO</b>	<b>69%</b>	<b>83%</b>

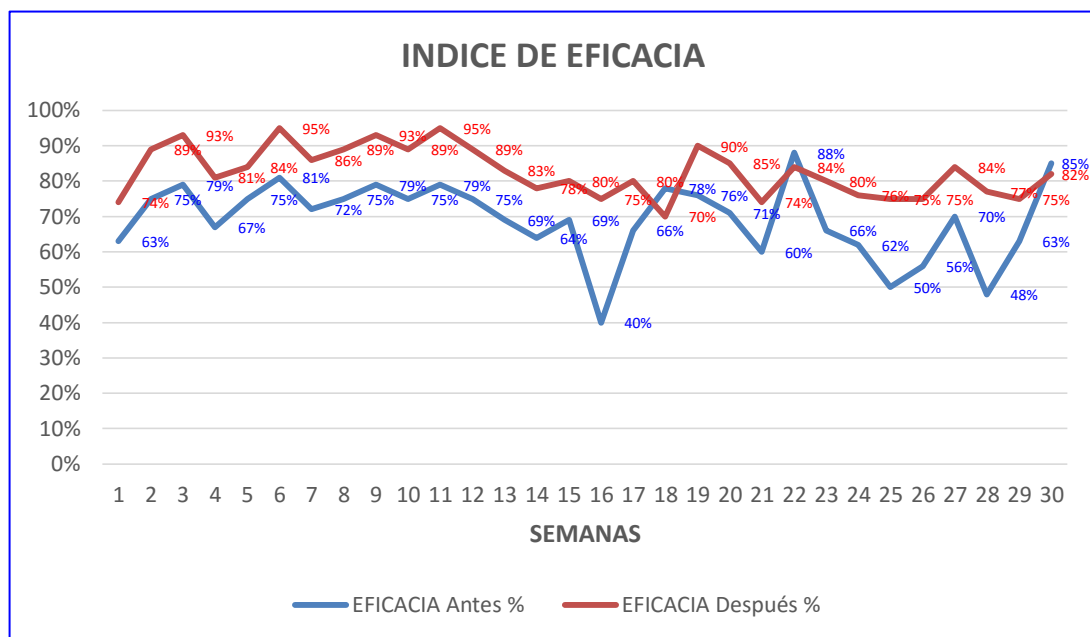


Figura 24. Índice de Eficacia – Tetra Pak

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 14 y la figura N° 25 podemos evidenciar en el pre-test, el indicador de eficacia tiene un porcentaje de 69% y en el post-test, el indicador de eficacia tiene un porcentaje de 83%, logrando así aumentar la eficacia en un 14% con la aplicación de la metodología RCM.

### 3.5 Análisis estadísticos inferencial de la variable dependiente.

La prueba de normalidad a la variable dependiente “Productividad”

Para las pruebas de normalidad que se realizarán en la presente investigación, se debe realizar un contraste de la hipótesis mediante cuadros comparación del valor de la media de comparación de medias, con la cual se demostrará el incremento de la productividad. Es necesario efectuar el análisis de normalidad a la muestra considerando los siguientes criterios:

Por lo tanto:

Nuestra muestra es igual a 30 datos, en consecuencia, se usó Shapiro Wilk

Tabla 15

*Cuadro de tipo de muestras*

Tipo de muestra	Descripción	¿Qué prueba usar?
<b>Muestra grande</b>	La muestra cuya cantidad de datos son mayores a 30	Kolmogorov Smirnov
<b>Muestra pequeña</b>	La muestra cuya cantidad de datos son menores o igual a 30.	Shapiro Wilk

Tabla 16

*Cuadro de tipo de datos.*

	Antes	Después	Conclusión
SIG> 0.05	SI	SI	Paramétrico
SIG> 0.05	SI	NO	No paramétrico
SIG> 0.05	NO	SI	No paramétrico
SIG> 0.05	NO	NO	No paramétrico

Si:

SIG>= 0.05: Datos paramétricos (Los datos provienen de una distribución normal)

SIG<0.05: Datos no paramétricos (Los datos no provienen de una distribución normal)

Tabla 17

*Prueba de normalidad de la variable “productividad”*

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad-pre	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Productividad-pos	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla 18

*Valor de la significancia de productividad*

<b>Pruebas de normalidad</b>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad-Pre	,980	30	,824
Productividad-Pos	,950	30	,168

INTERPRETACIÓN: De la tabla N° 18 tenemos que el valor de la significancia en la productividad pre es de 0,824, superior al 0,05 y la significancia de la Productividad pos el valor es 0,168 superior al 0,05 por lo tanto se concluye que los datos son de tipo paramétricos y se debe validar con la prueba estadística de T\_STUDENT para las muestras relacionadas.

### **Validación de hipótesis general**

Utilizaremos la prueba estadística de T\_STUDENT para las muestras relacionadas, ya que los datos presentados refieren una distribución normal.

H<sub>0</sub>: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) NO mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

H<sub>1</sub>: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{IAa} \leq \mu_{IAAd}$$

$$H_1: \mu_{IAa} > \mu_{IAAd}$$

Tabla 19

*Estadísticas de pruebas emparejadas*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Productividad_Pre	30	49,00	14,188	16	77
Productividad_Pos	30	68,77	11,581	49	90

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N°19, se demuestra que el valor de la media de la productividad pre es 49.00 y es inferior al valor de la media de la productividad pos que es 68.77 , por consiguiente aceptamos la hipótesis alterna y queda demostrado que :

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Luriganchito 2018.

Tabla 20

*Estadísticos de prueba<sup>a</sup>*

Prueba de muestras relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
Diferencias relacionadas								
Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
			Inferior	Superior				
Productividad_Pre Productividad_Pos	-19,767	10,795	1,971	-23,798	-15,736	-10,029	29	,000

Regla de decisión:

Si p valor  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

Si p valor  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis alterna H1.

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 20 tenemos que el valor de la significancia de la prueba estadística de T\_STUDENT realizada a la productividad antes y después es de 0,000 basándonos en la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna:

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018

### Prueba de normalidad de la dimensión “Eficiencia”

Tabla 21

*Prueba de normalidad de la dimensión “eficiencia”*

	Resumen del procesamiento de los casos					
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia-pre	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Eficiencia-pos	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla 22

*Valor de Significancia de la Eficiencia*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad-Pre	,953	30	,198
Productividad-Pos	,955	30	,228

INTERPRETACIÓN: Según la tabla N° 22 tenemos que el valor de la significancia de la eficiencia antes es de 0,198 que es mayor a 0,05, también tenemos que el valor de significancia de la eficiencia después es de 0,228 mayor que el 0,05 por lo tanto concluimos que mis datos son de tipo paramétricos. Por lo tanto debo validar mi hipótesis con la prueba estadística de T-STUDENT.

### Validación de hipótesis Específicas

Para la validación de la hipótesis específica, se usará la prueba T-STUDENT para las muestras relacionadas ya que los datos presentados refieren una distribución normal.

H0: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) No mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

H1: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

Tabla 23

*Estadísticas de muestras emparejadas*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_PRE	30	69,20	10,899	40	88
EFICIENCIA_POS	30	82,67	7,004	70	95

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 23, se demuestra que el valor de la media de la eficiencia antes es 69.20 es inferior al valor de la media de la eficiencia después que es de 82.67, en consecuencia, aceptamos la hipótesis alterna y de esta manera queda demostrado que:

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

Tabla 24

*Estadísticos de prueba<sup>a</sup>*

Prueba de muestras relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
Diferencias relacionadas								
Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
			Inferior	Superior				
Eficiencia Pre Eficiencia Pos	-13,467	8,203	1,498	-16,530	-10,404	-8,992	29	,000

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 24 tenemos que la significancia que arroja la prueba de T-STUDENT que aplicó a la eficiencia en el antes y después es de 0,001, basándonos en la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna:

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

**Prueba de normalidad de la dimensión “Eficacia”**



Tabla 25

*Prueba de normalidad “Eficacia”*

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia-pre	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%
Eficiencia-pos	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla 26

*Valor de Significancia de la Eficacia.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia-Pre	,953	30	,198
Eficacia-Pos	,955	30	,228

**INTERPRETACIÓN:** De la tabla 26 el valor de significancia de la Eficacia antes es 0,198, mayor que 0,05 y la significancia de la Eficacia después es 0,228 mayor que 0,05 por tal motivo concluyo que mis datos son paramétricos y debo validar mi hipótesis mediante la prueba estadística de T-STUDENT

### **Validación de hipótesis específicas**

Para la validación de las hipótesis específicas, utilizaremos la prueba estadística de T-STUDENT para las muestras relacionadas ya que los datos presentados refieren una distribución normal.

H<sub>0</sub>: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) No mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

H<sub>1</sub>: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

Tabla 27

*Estadísticas de muestras emparejadas*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
EFICACIA_PRE	30	69,20	10,899	40	88
EFICACIA_POS	30	82,67	7,004	70	95

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 27, se demuestra que el valor de la media antes en la eficacia es de 69.20, menor al valor de la media después de la eficacia es de 82.67, por lo tanto aceptamos la hipótesis alterna quedando demostrado que:

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

Tabla 28

*Estadísticos de prueba<sup>a</sup>*

		Prueba de muestras relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	EficaciaPre – EficaciaPos	-13,467	8,203	1,498	-16,530	-10,404	-8,992	29	,000

**INTERPRETACIÓN:** Según la tabla N° 28 se muestra que el valor de la significancia después de realizar la prueba de T-STUDENT a la eficiencia en los en el antes y después es de 0,000, por consiguiente teniendo como base la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna:

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak – Lurigancho 2018.

### 3.6 Envases producidos y tiempos de producción (Ejecutado vs Proyectado) Antes

Según los cuadros que se muestran a continuación líneas abajo detallan las cantidades proyectadas en producción vs cantidad de cantidades producidas, con ello se determina la utilidad teniendo como ratio el \$ 6.5 de ganancia por caja comercial de 30Litros.

Tabla 29

*Tiempos operativos vs Tiempos programados 2017*

AÑO	Tiempos/horas	
	T-operativo	H-M Programadas
2017	336.41	480

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°29, se determina el total de horas programadas y las horas operativas en dicha línea, durante el año 2017. Dicho requerimiento es solicitado por el área de planeamiento y es ajeno al control del área de mantenimiento.

Tabla 30

*Envases proyectados vs Envases producidos 2017 (Formato 1500ml)*

Año 2017 Enero - Setiembre	
Envases Proyectado (und)	2880000
Envases Producidos (und)	2018460

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°30, se determina la cantidad de envases que se proyectaron para venta y los envases que se llegaron a producir para venta. La llenadora produce a una velocidad de 100 bpm, que será multiplicado por el tiempo operativo.

Tabla 31

*Litros proyectados vs Litros producidos*

Año 2017 Enero - Setiembre	
Litros Proyectado	4320000
Litros Producidos	3027690

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°31, se determina la cantidad de litros de jarabe que se proyectaron para envasar. Se calcula de la siguiente manera, la llenadora produce a una velocidad de 100 envases por minuto, el formato del envase es de 1500 ml y el tiempo de producción obteniendo el jarabe en litros.

### 3.6 Envases producidos y tiempos de producción (Ejecutado vs Proyectado) Después.

Tabla 32

*Tiempos operativos vs Tiempos programados 2018*

AÑO	Tiempos	
	T-operativo	H-M Programadas
2018	396.90	480

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°32, se determina el total de horas programadas y las horas operativas en dicha línea, durante el año 2018. Se muestra un incremento en el tiempo operativo de 60.49 horas después de la aplicación de la metodología RCM.

Tabla 33

*Envases proyectados vs Envases producidos 2018 (Formato 1500ml)*

Año 2018 Enero - Setiembre	
Envases Proyectado (und)	2880000
Envases Producidos (und)	2381400

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°33, se determina la cantidad de envases que se proyectaron para venta y los envases que se llegaron a producir. Se muestra un incremento de la cantidad de envases producidos después de aplicar la metodología RCM en el proceso teniendo un cumplimiento de 83% en lo proyectado.

Tabla 34

*Litros proyectados vs Litros producidos*

Año 2018 Enero - Setiembre	
Litros proyectados	4320000
Litros producidos	3572100

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°34, se determina la cantidad de litros de jarabe a envasar que se proyectaron para venta y la cantidad de jarabe que se llegó a envasar. Este resultado será dividido en cajas comerciales de 30 L.

### 3.6 Análisis financiero de Utilidad

Tabla 35

*Datos para cálculo de utilidad por producción.*

bpm (Botellas x minutos)	100
Caja Comercial	30 Litros
Utilidad	\$ 6.55 x Caja de 30 L

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°35, se determina la cantidad de envases x minuto que produce la línea 14 de envasado tetra pak, la empresa determina que el volumen de venta es por cajas de 30 litros independientemente del formato a producir, según el ratio de utilidad la empresa gana x cada caja de 30 litros \$ 6.55.

Tabla 36

*Cajas comerciales 2017 – 2018 (Proyectadas y producidas).*

Año 2018 Enero - Setiembre	
Caja Comercial (30 L) proyectados	144000
Caja Comercial (30 L) producidos	119070
Año 2017 Enero - Setiembre	
Caja Comercial (30 L) proyectados	144000
Caja Comercial (30 L) producidos	100923

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°36, se determina la producción de cajas comerciales (Cajas de 30 litros) donde existe un incremento en la producción de 18,174 cajas comerciales luego de aplicar la metodología RCM.

Tabla 37

*Utilidad generada 2017 - 2018*

Utilidad x caja (30L)	\$6.55
Utilidad 2018	\$779,908.50
Utilidad 2017	\$661,045.65
Incremento de utilidad al 2018	\$118,862.85

INTERPRETACIÓN: De la tabla N°37, se determina que la aplicación de la metodología del RCM mejoró las eficiencias de la línea de envasado incrementando las unidades producidas y la reducción de tiempos improductivos. Teniendo un aumento en la utilidad de \$118,862.85. La empresa por 1 hora de parada deja de percibir \$1995.00

Esta línea está dedicada a producir Pulp Durazno 1500ml.

Velocidad: 100 Bpm - Equivalente en 1 hora = 6000 envases

Formato: 1500 ml

Caja Comercial: 30 Litros

6000 envases = 9000 Litros de jarabe - Equivalente = 300 cajas comerciales

## **IV. DISCUSIÓN**

La tesis ha demostrado que la aplicación de la metodología RCM, mejora la productividad de la línea de envasado 14 de tetra pak, lo cual ha permitido que se realice cambios en los flujos de trabajo y cambios significativos en los valores de índice de la eficiencia y eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak, se establece bases para lograr una constante mejora. .

### **Primera discusión**

De acuerdo con la Tabla N°12 tenemos que el valor promedio de la productividad antes de aplicar la metodología RCM es de 49%, inferior al promedio después de aplicar la metodología RCM, que dio como resultado 69% mostrando claramente un 20% de mejora como resultado de la aplicación del RCM, contrastamos resultado con lo investigado por:

Mejía (2017) en su tesis: “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSa transportes y servicios S.R.L.”, que forma parte de la presente investigación y que concluye que la metodología RCM logró incrementar el valor de la productividad en un 7 % empleando técnicas que indica el RC, como por ejemplo el análisis AMEF, que viene a ser el análisis de modo y efecto de falla, de esta manera identificar todas la formas y modos que un equipo puede fallar durante el proceso productivo. También se utilizó otra herramienta como la hoja de decisión RCM para elaborar actividades de mantenimiento y seleccionar aquellas que formaran parte del plan de mantenimiento. Según el libro de:

Mora (2011) explicó: “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67).

Por lo cual ayuda a tener equipos que garanticen la productividad, palabra que enmarca tanto a la eficiencia como a la eficacia entendiéndose como eficiencia entre el



producto obtenido y los recursos utilizados y a la eficacia como el cumplimiento de lo programado en producción.

Por otro lado Díaz y Gárate (2017) en su tesis titulado “Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para el incremento de la productividad de la planta de procesamiento de granos andinos de villa andina S.A.C, en el año 2016” llegó a la misma conclusión el de implementar la metodología RCM, que servirá para para medir el nivel de criticidad de los equipos y obteniendo como resultado el aumento de un 26.19%.

### **Segunda discusión**

De acuerdo con la tabla N°13, se evidencia que el promedio del índice de la eficiencia antes de aplicar la metodología RCM nos dio como resultado el valor de 69% menor al promedio luego de aplicar la metodología RCM en donde se obtuvo un promedio de 83% de eficiencia, claramente se ve una mejora como resultado de la aplicación de la metodología RCM, contrastamos con los resultados obtenidos en la investigación de:

Castillo (2017) en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad”, cuyo variable forma parte de la investigación y concluye que la nueva propuesta de mantenimiento resulto ser favorable, la eficiencia de la maquina anteriormente era de 70.60% y con la metodología RCM implementada se logró mejorar un 2.50%.

Según Rey (2001) explicó: “El mantenimiento preventivo consiste en todas las acciones, revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar fallas y las consecuencias que tienen con respecto a la producción. La acción sistemática de revisar periódicamente las podemos definir como inspeccionar, controlar y reparar antes que se produzca la avería (p. 102).

Por otro lado Álvarez (2017), en sus tesis “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca”, llegó a concluir que la aplicación de la metodología RCM ayudó a identificar las deficiencia en el diseño de cada sistema y tener como base para la toma de decisiones y acciones futuras para mejorar el desempeños de las máquinas.

### **Tercera discusión**

De la tabla N° 14 se puede evidenciar que el índice de la eficacia antes de la aplicación de la metodología del RCM nos brinda un resultado de 69% menor al promedio luego de aplicar el RCM en donde se obtuvo una resultado de 83%, teniendo un incremento de 14% como resultado de la aplicación de la metodología del RCM, en esta investigación se tiene el mismo resultado de investigación por Álvarez (2017) en su tesis: “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca”. Su objetivo fue realizar un mantenimiento adecuado basándose en la criticidad de las unidades, el autor concluyó que mediante la aplicación de la metodología RCM, se creó un plan de mantenimiento que redujera la cantidad de fallos en las unidades de emergencia, minimizando los costos de mantenimiento y ser más eficaces de tal manera cumplir con el requerimiento de vehículos seguros para la atención del personal de la institución y pacientes. Asimismo, según la teoría de:

Gutiérrez (2010) explicó: “la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (p.21).

Indicaron que el seguimiento y medición de los procesos sirve para medir la capacidad y la eficacia dentro de un proceso y obtener datos que nos permita y nos de soporte en la toma de decisiones.

## **V. CONCLUSIONES**

Se concluye que de acuerdo a la problemática actual descrita de la empresa la investigación se enfocará en el proceso de envasado de la línea 14 tetra pak que produce el formato de 1500ml. Del mismo modo se enumerará las actividades del proceso correspondientes al método inicial de trabajo y las máquinas críticas en el proceso de envasado que son el de pasteurizado y llenadora, así como la sala de preparación de jarabe; por otra parte el control de tiempos, en la parte inicial permitió definir cuál de los equipos estaba generando mayor tiempo de paradas, logrando así una disminución de paradas.

### **Primera conclusión**

Como primera conclusión, la investigación realizada logró aumentar significativamente el valor de la productividad mediante la aplicación de la metodología RCM, esto se logró al realizar el análisis AMEF para poder detectar a nivel de componentes, las fallas y consecuencias que repercute en la producción, se documentó los ordenes de trabajo, por lo cual se aceptó la hipótesis que afirma que la aplicación de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora el valor de la productividad logrando el objetivo, conforme la tabla N°12 se puede evidenciar que el incremento del valor de la productividad fue de un 20% en promedio.

### **Segunda conclusión**

Como segunda conclusión, la eficiencia de la empresa tuvo un incremento significativo después de haber implementado la metodología RCM en la empresa, según la tabla N°13 se puede apreciar que el incremento del valor de la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak fue de un 14% en promedio, este resultado se logró gracias al trabajo en conjunto del equipo formado que logró reducir los tiempos improductivos en las máquinas, realizar y organizar capacitaciones para los trabajadores que son parte de la

línea de envasado 14 que fue un aporte para poder realizar las actividades analizadas en la presente investigación, logrando con esto una mejora en el proceso productivo.

### **Tercera conclusión**

Respecto a la eficacia se logró un incremento de 14% luego de implementar la metodología RCM, el cual se puede evidenciar en la tabla N°14 esto se debe a que tenemos un mayor cumplimiento en la entrega de producto conforme a lo programado, puesto que ahora el tiempo de parada es menor. Esta metodología ayuda a ver de una manera macro y micro el funcionamiento de cada equipo que comprende un proceso productivo, de esta manera se llega a elaborar planes de mantenimiento a medida de cada equipo, detectando puntos críticos importantes que afecten directamente en la máquina y generen parada de producción.

## **VI. RECOMENDACIONES**

La investigación nos ha permitido demostrar que mediante la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad, se recomienda lo siguiente a las industrias y futuras investigaciones:

### **Primera recomendación**

Se recomienda contar con un software para el almacenamiento de datos y poder organizar mejor la información, para realizar el seguimiento de la evolución del proceso productivo y analizar los tiempos de paradas en los distintos etapas del proceso y realizar la constante mejora y retroalimentación de información, teniendo en cuenta la posibilidad de realizar un ajuste a medida que vayan sucediendo fallas no consideradas en el proceso, toda falla nueva debe considerarse asociada a una actividad. Este sistema influirá positivamente para el plan de mantenimiento.

### **Segunda recomendación**

Se debe tener un grupo de trabajo, conformadas con personal de las distintas áreas y funciones, tanto del área de mantenimiento como de producción para tener un panorama más amplio para poder realizar un correcto análisis. Se debe considerar al personal de operación (Operador de maquina), personal de mantenimiento (Técnico Mecánico – Técnico eléctrico), un ingeniero de producción (para que guíe de una manera global el análisis), y un facilitador (experto en la metodología RCM.).

### **Tercera recomendación**

Si existiera la inclusión de algún equipo nuevo o usado dentro del proceso se deberá seguir la metodología y crear un plan de mantenimiento de acuerdo a su criticidad, se debe tener en cuenta que todos los equipos por menor importancia tenga de debe considerar en el plan de mantenimiento de la línea de producción.

#### **Cuarta recomendación**

La capacitación del personal se debe realizar periódicamente y esto debe incluir a personal de producción y mantenimiento en el correcto uso y cuidado de los equipos con que cuenta la empresa.

#### **Quinta recomendación**

El plan de mantenimiento generado después del análisis debe contar un control de avances, con el fin de ir mejorando y adaptarlo a las nuevas necesidades que tiene el equipo. Se recomienda tener una base de datos donde se tenga información del historial de fallas para poder analizar y evaluar el mejora continua que se desarrolla en los equipos.



## **VII. REFERENCIAS**

Alvarez Zeas, I. *Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca*. (Tesis de Titulo). Recuperada de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14200/1/UPS-CT006981>.

Amendola L, L. (2012). *Organización y gestión del mantenimiento*. (2da. Ed.). España: Ediciones PMM institute for learning.

Avalos, & Gonzales, (2013). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de calzados de niños para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes - Trujillo*. (Tesis de maestría). Recuperada de

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6239/Avalos%20Vel%C3%](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6239/Avalos%20Vel%C3%A1squez%2C%20Sandra%20Lorena%20-)  
[A1squez%2C%20Sandra%20Lorena%20-](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6239/Avalos%20Vel%C3%A1squez%2C%20Sandra%20Lorena%20-)

[%20Gonzales%20Vidal%2C%20Karen%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6239/Avalos%20Vel%C3%A1squez%2C%20Sandra%20Lorena%20-%20Gonzales%20Vidal%2C%20Karen%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Behar R, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Buenos aires: Editorial Shalom

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. (3ra.ed).Colombia: Pearson Educación.

Castillo Ramírez, E. *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad*. (Tesis de Titulo). Recuperada de

<http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/915>

Córdova Morales, C. *Implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a los hornos convertidores peirce Smith de la fundación de cobre de Southern Perú Copper Corporation*. (Tesis de título). Recuperada de:

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/744/1/cordova\\_mc.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/744/1/cordova_mc.pdf).

- Da Costa Burga, M. *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a Gas de dos tiempos en pozos de alta producción*. (Tesis de Titulo). Recuperada de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/567>
- Díaz y Garate. *Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para el incremento de la productividad de la planta de procesamiento de granos andinos de villa andina S.A.C, en el año 2016*. (Tesis de Titulo). Recuperada de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13451>
- Díaz, A., Del Castillo, A., & Villar, L. (2017). Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Revista chilena de ingeniería*, 25(2), 306-313. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1931958383?accountid=37408>
- Díaz, R., & De la Paz, E. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Revista de ingeniería industrial* 37(1), 36-48. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100005)
- Eficiencia técnica en la industria manufacturera en Mexico (Diciembre, 2015) Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S018516671500051X>
- Euro Press (2017). Comunicado: Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento por reparaciones. Recuperado de: <http://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-mantenimiento-preventivo-mantenimiento-reparaciones-20170908140105.html>

- Federación Europea de Envases de Vidrio (2016). *La industria del vidrio se consolida cinco años de crecimiento*. Recuperado de: <http://www.anfevi.com/news/la-industria-europea-del-envase-de-vidrio-consolida-cinco-anos-de-crecimiento/>
- Fraser, K. (2014). Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(1), 18-Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/JFM-02-2013-0010>
- Gandur Peña, F. *Adaptación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en un sistema crítico de aire acondicionado de la clínica universitaria Bolivariana (CUB)*. (Tesis de Maestría). Recuperada de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3577>
- Garza, L. A case de estudy of the application of reliability centered maintenance (RCM) in the acquisition of the advanced amphibious assault vehicle (AAAV) (Tesis de Maestría). Recuperada de: [https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/3903/02Dec\\_Garza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/3903/02Dec_Garza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez B, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Red tercer milenio S.C.
- Gonzales F, F. (2010). *Reducción de costes y mejora de resultados en mantenimiento*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Gutiérrez P, H. (2010). *Calidad Total y productividad*. (3ra.ed). México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Hernández S, R. (2010). *Metodología de la investigación*. (5ta.ed). México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.

- Mahfoud, H., El Bakarny, A., & El Bialii, A. (2016). Preventive Maintenance Optimization in Healthcare Domain: Status of Research and Perspective. *Journal of Quality and Reliability Engineering*, 1-10. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1809568726?accountid=37408>
- Martinez, J. Application of Reliability-Centered Maintenance in Facility Management. (Tesis de Maestría). Recuperada de: [https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-120606-132430/unrestricted/job\\_3074-Microsoft\\_Word\\_-\\_RCM\\_in\\_Facility\\_Management.pdf](https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-120606-132430/unrestricted/job_3074-Microsoft_Word_-_RCM_in_Facility_Management.pdf).
- Mejía Cueva, R. *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L.* (Tesis de Título). Recuperada de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/usat/912>
- Mejía Cueva, R. *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L.* (Tesis de título). Recuperada de: [http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/usat/912/TL\\_MejiaCuevaRicardo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/usat/912/TL_MejiaCuevaRicardo.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- Mora, L. (2011). *Mantenimiento - planeamiento, ejecución y control*. (2da. Ed.). México: Alfa Omega.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. (ed. Español). USA: Aladon LLC.

Olazo Quispe, R. *Propuesta de mejora de mantenimiento utilizando RCM en la línea de producción de Xantato de la industria química*. (Tesis de Título). Recuperada de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622657>

Palomares Quintanilla, E. *Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Milpo, Unidad El porvenir*. (Título de Maestría). Recuperada de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3214>

Pepsi-Cola mejora la confiabilidad de las maquinarias con el software de Dyademc. (Julio, 2009) Recuperado de <https://www.businesswire.com/news/home/20090729005840/es/>

Pesántez, L. (2012). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Escuela Superior Politécnica de Litoral, Ecuador.

Phillemon Lokothwayo, M. Reliability Centered Maintenance Implementation on the EtheKwini Electricity Networ for System Maintenance Process Optimisation (Tesis de Maestría). Recuperada de: [https://ir.dut.ac.za/bitstream/10321/2567/1/LOKOTHWAYO\\_MP\\_2017.pdf](https://ir.dut.ac.za/bitstream/10321/2567/1/LOKOTHWAYO_MP_2017.pdf).

Prokopenko, J. (1999). *La gestión de productividad*. Suiza: Limusa

Ratnayake, R. (2015). Mechanization of static mechanical systems inspection planning process: The state of the art. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 21(2), 227-248. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1678714769?accountid=37408> Recuperado

de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5080>. Recuperado de:  
<http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15234>. Recuperado de:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13353>

Rey S, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. España: Fundación Confemetal.

Rodríguez, M. (2012). *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial) Universidad Privada Del Norte. Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/89>

Roncal, J. (2017). *Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S. A. C. 2017*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12078/Roncal\\_MJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12078/Roncal_MJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rumaldo, J. (2015). *Plan de mantenimiento preventivo de una línea de laminado para vidrio plano de capacidad 5000mmx2600mmx60mm*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. Recuperado de:  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3521/1/rumaldo\\_cj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3521/1/rumaldo_cj.pdf)

Sánchez, F. (2013). *Mejora de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en el área de lavandería industrial de la empresa S&E servicios generales S.A.C.* (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial). Universidad

Privada Del Norte. Cajamarca, Perú. Recuperado de:  
<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1359>

Shafeek, H. (2014). Continuous improvement of maintenance process for the cement industry – a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 20(4), 333-376. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/JQME-07-2013-0047>

Soto, J. (2016). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los Volquetes Faw en GYM S.A.* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuperado de:  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3654/Soto%20Baltazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Suárez, P. (2013). *Elaboración e implementación del programa de mantenimiento preventivo para la empresa “Molinos el Fénix”.* (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de:  
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/410/1/UNACH-EC-IINDUST-20130008..pdf>

Tamariz, M. (2014). *Diseño de plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A.* (Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Cuenca., Ecuador.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica.* (4ta.ed). México: Editorial Limusa S.A. de C.V.



Tiempo total disponible (noviembre, 2012) Recuperado de  
<http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/oeefactor-de-exito>

Varela, S. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la Empresa RETESA S.A.* (Tesis para obtener título profesional de Ingeniero en mantenimiento industrial). Universidad Tecnológica de Querétaro, México. Recuperado de:  
<http://studylib.es/doc/7192203/implementaci%C3%B3n-de-un-plan-de-mantenimiento-preventivo>.

Velmurang, R., & Dhingra, T. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12), 1622-1661. Recuperado de:  
<http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028>

Villacrés Parra, S. *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo hidrocleaner vactor M654 de la empresa Etapa EP.* (Tesis de Maestría). Recuperada de  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4749/1/20T00717>.

Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, 2016.* (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

Viveros, P., Stefmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., Crespo, A. (2013) Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138. Recuperado de:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-3305201300010001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-3305201300010001)


- Xiang, Y. (2013). Joint optimization of  $\hat{X}$  control chart and preventive maintenance policies: A discrete-time Markov chain approach. *European Journal of Operational Research*. 229(2), 382. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1348164014?accountid=37408>
- Zul, I. (2014). System development toward effective maintenance management practices. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(4), 406-422. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1633945882/fulltextPDF/19F7023B13545AF-PQ/4?accountid=37408>

## ANEXOS

### Anexo 1: Diagrama Ishikawa



## Anexo 2: Formato de evaluación

	<b>FORMATO:</b> EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN		<b>PERÚ</b>
	<b>CÓDIGO:</b> FO-RH-01	<b>FECHA:</b>	
	<b>Nº DE EDICIÓN:</b> 4	<b>PÁG.</b> 124 / 142	

**Tipo de sesión:** Charla ( ), Capacitación ( ), Curso-Taller ( ), Reunión ( ), Otro: ..... Fecha:

Hora de inicio: ..... Hora de Termina: .....

Tema:	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)
Material Entregado:	

Nº	PREGUNTAS
1	¿Qué significa RCM
2	¿Cómo contribuye usted a la implementación de la metodología RCM?
3	¿Qué significa Mantenimiento Predictivo?
4	¿Cuáles son las 7 preguntas del RCM?
5	¿Para qué sirve el AMFE?
6	¿En qué consiste el Mantenimiento Autónomo?
7	Defina los conceptos de Mantenibilidad y Confiabilidad
8	Que función tiene el plan de mantenimiento de un equipo
9	Que es un CMMS y para qué sirve en la gestión de mantenimiento
10	Cuáles son los indicadores que determinan la efectividad de la gestión del mantenimiento basado en RCM?

Evaluado :	Apellidos y nombres:	Cargo:
Expositor/Moderador :	Apellidos y nombres:	V°B°

### Anexo 3: Hoja de producción 1

	<b>FORMATO:</b>		<b>PLANTA</b>
	ORDEN DE PRODUCCIÓN		<b>HUACHIPA</b>
	<b>CÓDIGO:</b> FO-PP-02	<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b> 22/08/2015	
	<b>N° DE EDICIÓN:</b> 2	<b>PÁG.</b> 1/1	

N° ORDEN DE PRODUCCIÓN	
PRODUCTO	
CANTIDA A PRODUCIR (CAJAS)	
EQUIPO LINEA (TURNO)	
FECHA DE PRODUCCIÓN	

INSUMO	LOTE	UNIDAD DE MEDIDA	REQUERIMIENTO (A)	ADICIONAL (B)	PRODUCCIÓN NETA (UNID) (C)	MERMA (D)	PRODUCCIÓN BRUTA (E=C+D)	SALDO TEÓRICO (F=A+B-E)	DEVOLUCIÓN (SALDO FÍSICO)	DIFERENCIAS
TAPAS (PLASTICA/CORONA /TWIST OFF/RE CAP)		UNID.								
ETIQUETAS/ ADHESIVOS	ROLLO/ A. CAJAS	UNID. / KGS.								
	FUNDA/ A. PITILLOS	UNID. / KGS.								
PRECINTOS/ COMPOUND	ROLLO/ COMPOUND 01	UNID. / KGS.								
	FUNDA	UNID.								
LAMINA TERMOCONTRAIBLE		KGS.								
BOTELLA/ PITILLOS	PREFORMAS/PITILLOS	UNID.								
	ENVASES / BOTELLAS	UNID.								
ENVASES FOTOPROCESO TETRA PAK		UNID.								
JARABE TERMINADO		LTS.								
CAJAS MASTER CARTON (TETRA PAK)/ NITROGENO		UNID./MT3								
CINTA DE CELLADO MPM / CO2		UNID./KGS.								
PARIHUELAS DE MADERA/CAJAS TWELVEL PAK		UNID.								
CARTON SEPARADOR		UNID.								
ESQUINEROS		UNID.								
MARCOS DE MADERA		UNID.								
PLANCHAS INTERCALADORAS		UNID.								
GRAPAS DE FIERRO		MIL								
ZUNCHO/ SCTICKER		ROL.								
ESTRETCH FILM		ROL.								

ENTREGA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS		ENTREGA DE PRODUCTO TERMINADO		RECEPCIÓN DEVOLUCIÓN DE MATERIA PRIMA E INSUMOS							
RESPONSABLE DE ALMACEN DE INSUMOS     APELLIDOS Y NOMBRE _____ FIRMA _____		<table border="1"> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>TOTAL DE PRODUCCIÓN</th> </tr> <tr> <td>PRODUCTO CONFORME</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PRODUCTO OBSERVADO</td> <td></td> </tr> </table>		CANTIDAD	TOTAL DE PRODUCCIÓN	PRODUCTO CONFORME		PRODUCTO OBSERVADO		RESPONSABLE DE ALMACEN DE INSUMOS     APELLIDOS Y NOMBRE _____ FIRMA _____	
		CANTIDAD	TOTAL DE PRODUCCIÓN								
		PRODUCTO CONFORME									
		PRODUCTO OBSERVADO									
		CONTROL DE PRODUCCIÓN (CONTADORES)									
		N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES							
1											
2											
3											
4											
5											
6											

V"B" DE AUXILIAR DE MANUFACTURA

V"B" DE SUPERVISOR DE LINEA

V"B" CONTROL DE PRODUCCIÓN

V"B" DE AUXILIAR DE OPERACIONES


NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ APELLIDOS Y NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

CÓDIGO	FRECUENCIA	TIEMPO	CÓDIGO	FRECUENCIA	TIEMPO	TIEMPO BRUTO
						E.M.
						U.L.
						H. INICIO
						H. FINAL
						V. BPM
						M. OBRA
TOTAL			TOTAL			

V"B" DE ING. DE TURNO

NOMBRE \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_

# Anexo 4: Hoja de producción

		FORMATO:		ORDEN DE PRODUCCIÓN		PLANTA HUACHIPA	
		CÓDIGO: FO-PP-02		FECHA DE APROBACIÓN: 27/08/2015 12:35:01 P.M.			
		Nº DE EDICIÓN: 2		PAG. 1/1			

Nº ORDEN DE PRODUCCIÓN	201810754	
PRODUCTO	PULP. OBRERO 21ML	
CANTIDAD PRODUCCIÓN	L=11 OIA	
EQUIPO LINEA (TURNO)	6-07-18	

SULCA CONCRETO  
SULCA AYALA  
BRITO  
SILMAR

ITEM	LOTE	UNIDAD DE MEDIDA	REQUERIMIENTO (A)	ADICIONAL (B)	PRODUCCIÓN NETA (C)	RENTA (D)	PRODUCCIÓN BRUTA (E)	SALDO TEÓRICO (F)	DEVALUACIÓN (G)	DIFERENCIAS
TAPAS (PLASTICA/CORONA/TWIST OFF/RE CAP)		UND								
ETIQUETAS ADHESIVAS		UND / KGS	4.76		4.76		4.76	-	-	
FUNDA A. PTELOS		UND / KGS	2.17		2.17		2.17	-	-	
PRECONTOS - COMPOUND		UND / KGS								
LAMINA TERMOCONTRACTIBLE		KGS	35.36		34.58		34.58	0.78	0.78	
BOTELLA PTELOS		UND	65280		63840	150	63990	1290	1290	
ENVASES POTO/PROCESO TETRA PAK		UND	65280		63840	350	64190	1090	1090	
JARABE TERMINADO		LTS	26100							
CAJAS MASTER CARTON (TETRA PAK) NITROGENO		UND / MTS	2770		2660	8	2668	52	52	
CINTA DE CELADON FM / CO2		UND / KGS	6.76		6.12	0.03	6.15	0.11	0.11	
PARHUELAS DE MADERA/CAJAS TWELVE PAK		UND								
CARTON SEPARADOR		UND								
ESQUINEROS		UND								
MARCO DE MADERA		UND								
PLANCHAS INTERCALADORAS		UND								
GRAPAS DE FERRO		ML								
ZUNCHO / SOTNER		NOL								
ESTRETCH FILM		NOL	7.67		7.45		7.45	0.17	0.17	

ENTREGA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS		ENTREGA DE PRODUCTO TERMINADO		RESPONSABLE DE VALUACIÓN MATERIA PRIMA E INSUMOS	
RESPONSABLE DE ALMACEN DE INSUMOS		CANTIDAD PRODUCTO CONFORME PRODUCTO DESVIADO TOTAL DE PRODUCCIÓN 2660		RESPONSABLE DE ALMACEN DE INSUMOS	
APELLIDOS Y NOMBRE FIRMA		CONTROL DE PRODUCCIÓN (CONTADORES) N° DESCRIPCIÓN CANTIDADES 1 2 3 4 5 6		APELLIDOS Y NOMBRE FIRMA	

Vº DE JUEZ DE MANUFACTURA			Vº DE SUPERVISOR DE LINEA			Vº DE CONTROL DE PRODUCCIÓN			Vº DE AUXILIAR DE OPERACIONES		
ROMERO NOMBRE FIRMA			GARCIA NOMBRE FIRMA			RIVERA NOMBRE FIRMA			NOMBRE FIRMA		

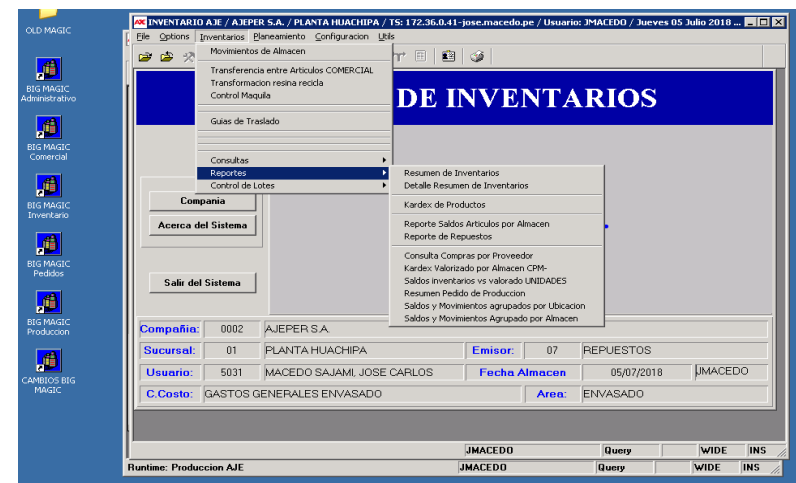
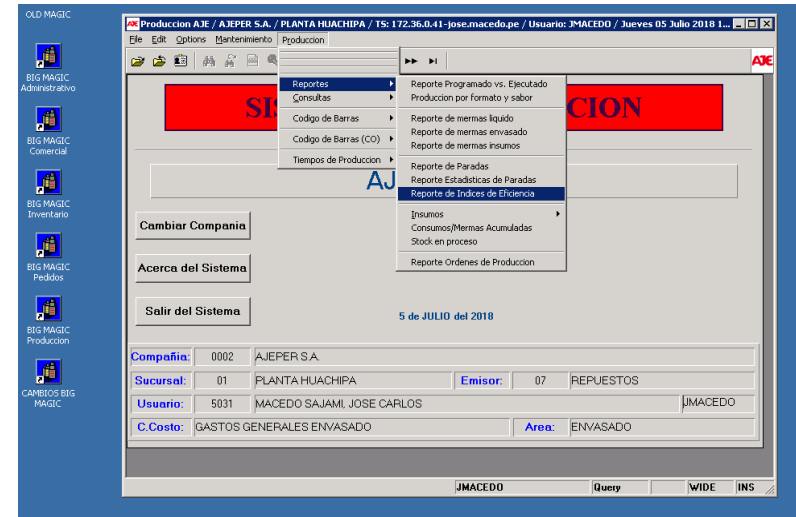
CÓDIGO	FRECUENCIA	TIEMPO	CÓDIGO	FRECUENCIA	TIEMPO	TIEMPO BRUTO
						480
						E.M. 100%
						U.L. 100%
						H. INICIO 07:00
						H. FINAL 07:00
						V.BPM 103
						M. OBRA 4
TOTAL			TOTAL			

Vº DE RETORNO

NOMBRE FIRMA

## Anexo 5: Software BIG MAGIC 1– Almacenamiento de información



## Anexo 6: Formato de Validez de instrumento 1



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>Confiabilidad</b>	Si	No	Si	No
1	Confiabilidad=Tiempo total de trabajo – Tiempo total de parada / Total de incidencias de paradas	/	/	/	
	<b>Mantenibilidad</b>	Si	No	Si	No
1	Mantenibilidad= 1/ Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	/	/	/	
	<b>Disponibilidad</b>	Si	No	Si	No
1	Disponibilidad=Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) / Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	/	/	/	

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>Eficacia</b>	Si	No	Si	No
1	Eficacia= unidades producidas / unidades programadas	/	/	/	
	<b>Eficiencia</b>	Si	No	Si	No
1	Eficiencia= Tiempo efectivo / Tiempo disponible	/	/	/	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es Suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ / No aplicable ☐ / Aplicable después de corregir ☐

Apellidos y nombres del juez validador (Dr. / Mg): José Pablo Rivera Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Eng. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de Julio del 2018

Firma del Experto Informante.



Anexo 7: Formato de Validez de instrumento 2



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>Confiabilidad</b>	Si No	Si No	Si No	
1	Confiabilidad=Tiempo total de trabajo – Tiempo total de parada / Total de incidencias de paradas	✓	✓	✓	
	<b>Mantenibilidad</b>	Si No	Si No	Si No	
1	Mantenibilidad= 1/ Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	✓	✓	✓	
	<b>Disponibilidad</b>	Si No	Si No	Si No	
1	Disponibilidad=Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) / Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	✓	✓	✓	

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias
	<b>Eficacia</b>	Si No	Si No	Si No	
1	Eficacia= unidades producidas / unidades programadas	✓	✓	✓	
	<b>Eficiencia</b>	Si No	Si No	Si No	
1	Eficiencia= Tiempo efectivo / Tiempo disponible	✓	✓	✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. (Mg): Juan Carlos Rodríguez, Oscar Francisco DNI: \_\_\_\_\_

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

06 de 07 del 2018

Firma del Experto Informante.

**Anexo 8: Formato de Validez de instrumento 3**



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)**

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>Confiabilidad</b> Confiabilidad=Tiempo total de trabajo – Tiempo total de parada / Total de incidencias de paradas	/		/		/		
	<b>Mantenibilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Mantenibilidad= 1/ Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	/		/		/		
	<b>Disponibilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Disponibilidad=Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) / Tiempo medio de buen funcionamiento(MTBF) Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	/		/		/		

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Eficacia= unidades producidas / unidades programadas	/		/		/		
	<b>Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Eficiencia= Tiempo efectivo / Tiempo disponible	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ☒ ]   Aplicable después de corregir [ ☐ ]   No aplicable [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Corde Rosas Roberto C.   DNI: 09447944

Especialidad del validador: Mgtr. en Operaciones y Logística

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


06 de Julio del 2018

Firma del Experto Informante.

## Anexo 9: Formato de mantenimiento

Horómetros y Programa de Mantenimientos - Envasado [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel																			
SISTEMA DE PULLTAB																			
LINEA	SECCION	CANT.	ARTICULOS	FREC.	CODIGO BIG AJE	20/06/2016	FECHAS	HORAS	FECHAS	HORAS	FECHAS	HORAS	FECHAS	HORAS	FECHAS	HORAS	FECHAS	HORAS	FECHAS
568	Linea 14	1	LIMPIEZA DE UNIDAD DE AIRE PRINCIPAL DE PT8	8000	11716	0	30/07/2013	20700	7/05/2014	23300		25300							
569	Linea 14	1	ELEMENTO FILTRO DE AIRE 5 µM TETRA PACK TBA8 P/N 90113-0411	2000	8391	8	7/03/2013	19600	6/11/2013	21780	7/05/2014	23300		24300					
570	Linea 14	1	FILTRO DE AIRE 9900-05-BK TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90277-0045	1000	8392	8	7/03/2013	19600	6/11/2013	21780	7/05/2014	23300		24300					
571	Linea 14	1	FILTRO DE AIRE 9933-05-101 TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90277-0046	1000	8127	4	17/05/2011	12950	13/08/2011	14000	02/03/12	16150	25/07/12	17473	01/12/12	18650	17/0		
572	Linea 14	2	CUCHILLA TETRA PACK A3 TBA8 P/N 1348955	2000	11353	1	24/10/2011	14833	12/12/2011	15428	18/05/12	16880	27/08/12	17727	01/12/12	18650	02/0		
573	Linea 14	2	INDUCTOR ENVASADORA TETRA PACK TBA8 P/N 1110973	1500	11786	3	27/12/2011	15600	6/11/2012	18400	13/09/13	21300		24300					
574	Linea 14	1	ELEMENTO FILTRO 10 µM TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90457-0042 (COD. ANT. S)	3000	13440	1	23/07/2011	13700	13/01/2012	15700	20/09/12	18000	10/05/13	20400	04/12/13	22150			
575	Linea 14	1	CILINDRO NEUMATICO DE PT TETRA PACK P/N 90450-0435	2000	11747	1	27/10/2011	14850	25/02/2013	19500	13/03/13	21200	07/05/14	23300		25300			
576	Linea 14	1	ELEMENTO P/FILTRO REGULADOR DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90113-04	2000	10488	1	7/05/2014	23300		25300									
577	Linea 14	3	FILTRO DE PT, OFU 9933-05-A TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90277-0035	2000	9862	1													
578	Linea 14	1	CILINDRO NEUMATICO DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90600-1844 (SUPERIO	4000	9862	1													
579	Linea 14	1	CILINDRO NEUMATICO DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90600-1844 (INFERIO	4000	9862	1	7/12/2012	18700	13/12/2013	22300	12/04/14	23300							
580	Linea 14	1	CUCHILLA DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 1519379 (TAB)	6000	27506	0	23/02/2013	19500		25500									
581	Linea 14	1	VENTANA CUCHILLA DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 2500097 (TAB)	6000	8551	1													
582	Linea 14	1	PLACA DE SOLDADURA D/SELLADO DE TAB TETRA PACK TBA8 P/N 1347024	2500	11180	1	3/05/2011	12820	31/12/2011	15700	05/09/12	17800	15/05/13	20500	20/11/13	22000	07/0		
583	Linea 14	1	PLACA DE SOLDADURA DE CORTE TAB TETRA PACK TBA8 P/N 1348235	2500	11181	1	3/05/2011	12820	31/12/2011	15700	05/09/12	17800	15/05/13	20500	07/05/14	23300			
584	Linea 14	2	ARANDELA CURVA TETRA PACK A3 P/N 90600-2603 (COD. ANT. 907487)	8000	9610	0	13/09/2013	21247		29000									
585	Linea 14	1	EJE DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 905415	8000	9614	0	13/09/2013	21247		29000									
586	Linea 14	1	BEARING BUSH W/O FLANGE 6 X 8 X 6 DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 32112	8000	10637	6	13/09/2013	21247		29000									
587	Linea 14	1	BUJIA DE ACOPLE 8 X 12 MM DE PT TETRA PACK A3 TBA8 P/N 90603-4573 (I	8000	10666	1	13/09/2013	21247		29000									

Anexo 10: Formato de mantenimiento autónomo

Plan de Mantenimiento Autónomo Máquina - TCP 70 L13																													
			HORARIO	OPERADOR :	V. B. TECNICO :	OPERADOR :	V. B. TECNICO :	OPERADOR :	V. B. TECNICO :	OPERADOR :	V. B. TECNICO :	OPERADOR :	V. B. TECNICO :																
				FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA																		
FECHA ULTIMO MTTO:			LUNES																										
			MARTES																										
			MIÉRCOLES																										
			JUEVES																										
FRECUCENCIA  SEMANAL			VIERNES																										
			SÁBADO																										
			DOMINGO																										
ACCIÓN	SEMANA	1							2							3							4						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
		2018	30-Jul	31-Jul	1-Ago	###	###	###	5-Ago	###	7-Ago	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
Limpiar y Revisar	Modulos Inyectores de Goma	OM - MM																											
	Filtros de Aire	OM - MM																											
	Exteriores de la máquina	-																											
Revisar y Lubricar	Cilindros Neumaticos	OM - MM																											
Revisar	Tanque de Aceite	OM - MM																											
Revisar parametros y Limpiar	Tanque de Goma	OM - MM																											
Limpiar y Revisar	Gabinete Eléctrico	OM - MM																											

**Anexo 11: Formato de matriz de consistencia**


APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA 14 DE ENVASADO TETRA PAK - LURIGANCHO 2018									
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Principal</b>	<b>VI: APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)</b>	Para Mora, L (2011), "El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional" (P. 67)	Para evaluar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, se mide los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Utilizando hojas de registros de tiempos	Confiabilidad	Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de máquina	Razón	<b>Aplicada</b>
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak.	La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la productividad de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018.				Mantenibilidad	Índice de tiempo de reparación de máquina	Razón	<b>Explicativo</b>
<b>Específicas</b>	<b>Específicos</b>	<b>Secundarias</b>				Disponibilidad	Índice de disponibilidad de máquina	Razón	<b>Experiencial</b>
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak.	La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficiencia de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018.				Eficiencia	Índice de eficiencia	Razón	<b>Cuasi-experimental</b>
¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak.	La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora significativamente la eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak - Lurigancho 2018.	<b>VD: PRODUCTIVIDAD</b>	Para Gutierrez, H (2010), la "Productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos" (P. 21)	Para evaluar la productividad, se realiza mediante la eficiencia y posteriormente la eficacia, mediante la observación, utilizando hojas de registro.	Eficacia	Índice de Eficacia	Razón	<b>Longitudinal</b>

Anexo 12: Formato de matriz de operacionalización

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA 14 DE ENVASADO TETRA PAK - LURIGANCHO 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)	Para Mora (2011) indicó "El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional" (p. 67)	Para evaluar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, se mide los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Utilizando hojas de registros de tiempos	Confiabilidad	Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de máquina	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Total de incidencias de paradas}}$
			Mantenibilidad	Índice de tiempo de reparación de máquina	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Total de incidencias de paradas}}$
			Disponibilidad	Índice de disponibilidad de máquina	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF)}}{\text{MTBF} + \text{Tiempo de medio reparación (MTTR)}}$
PRODUCTIVIDAD	Para Guttierrez, H (2010), la "Productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos" (P. 21)	Para evaluar la productividad, se realiza mediante la eficiencia y posteriormente la eficacia, mediante la observación, utilizando hojas de registro. .	Eficiencia	Índice de eficiencia	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo total horas operativas}}{\text{Tiempo total de horas programadas}}$
			Eficacia	Índice de Eficacia	razón	Observación	Hoja de Registros	Porcentual	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Total de productos producidos}}{\text{Total de productos programados}}$



### Anexo 13: Formato de orden de trabajo (OT)



**Gestión Integral del Mantenimiento**

AJE GROUP

**Número OT: 15760**

**Cliente:** AJEPER S.A. BM

**Centro:** PLANTA HUACHIPA

**Fecha:** 18/06/2018

**Tipo Intervención:** INSPECCION - INSTRUMENTACION

**PREVENTIVO EN CURSO**

**Inicio:** 19/06/2018 00:00

**Final:** T. Eadn.

---

**Equipo:** PE-HU-EXH-L17-TET-4.06 TETRAPAK 18

**Marcas:**

**Localización:** PERU - AJEPER HUACHIPA - ENVASADO TETRAPAK - LINEA 17

**Tipo componente:**

**Pertenece a:** PE-HU-EXH-L17-TET - TETRAPAK 18 PASTEURIZADOR - PASTEURIZADOR - SISTEMA INSTRUMENTACION

**Mantenimiento:** CALIBRACION TRIMESTRAL DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACION MAQUINA PARADA

**Frecuencia:** 3 Meses

**Número de serie:**

Descripción	Max.	Min.	Optimo	OTDA/OT	T. Inicio (DD/MM/AA)	T. Fin (DD/MM/AA)	Unidades
1. REALIZAR LA CALIBRACION DE MANÓMETRO PI 1940	0,00	0,00			0:0		
2. REALIZAR LA CALIBRACION DE MANÓMETRO PI 1941	0,00	0,00			0:0		
3. REALIZAR LA CALIBRACION DE MANÓMETRO PI 1942	0,00	0,00			0:0		

**Observaciones:**

**Consideraciones obligatorias de seguridad:**

1. Contar con EPPs obligatorios. Lentes, casco, calzado de seguridad y protecciones auditivas. Para trabajos de alto riesgo (Trabajos en altura, espacios confinados, materiales peligrosos, trabajos en caliente, energías peligrosas o bajo de cargas) se requiere Equipo de Protección Personal especializado. 2. Todo trabajo de Alto Riesgo requiere un ACT (Análisis de Trabajo Seguro) y un PTOA (Permisos de Trabajo de Alto Riesgo). 3. Todo trabajo en instalaciones de trabajo móvil requiere un ACT. 4. Nunca exponga alguna parte de su cuerpo a un equipo energizado o partes en movimiento. Bloquee y etiquete el equipo.

Recibido Por


Registrado Por

29/11/2018 15:30:44

otapi\_pre\_gnpo\_AJE-ot

1 / 2

**Anexo 14: Formato planilla de producción1**

	<b>FORMATO:</b> PLANILLA DE PRODUCCIÓN - ENVASADO ASÉPTICO		<b>PLANTA HUACHIPA</b>
	<b>CÓDIGO:</b> FO-PR-05	<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b> 25/06/2015 03:23:16 P.M.	
	<b>Nº DE EDICIÓN:</b> 7	<b>PÁG.</b> 136 / 142	


TURNO \_\_\_\_\_  
SABOR \_\_\_\_\_

LINEA

[illegible] $V^\circ B^\circ$



**Anexo 15: Formato planilla de producción<sup>2</sup>**

	FORMATO:		PLANTA INACTIVA
	PLANILLA DE PRODUCCIÓN - ENVASADO ASÉPTICO		
	Código: FO-PR-05	Fecha de aprobación: 25/08/2015	
Nº de edición: 7	03:23:16 P.M.		Pág: 2/2

**RESUMEN FINAL**

BEODUCODN		
B		
C		
V. Sed		
EA		
T		
BA		
B		
BA		
J		
UL		
BB		
BA		
CA		

COSTS	MATERIAL	FREIGHT IN
TOTAL		

NORM	CANTIDAD	NORMAS
ENCLOSURE Enclosure		
ENCLOSURE Accessories		
TABLAS		
ETIQUETAS		
TAP-STRIP		
POR-STRIP		
MEN-STRIP		
LAMIN		

**LEYENDA**

V. Ede. - Votación Electrónica	J. - Jurado
Ed. - George Ede	Ed. - Universidad de Lima
T. - George Ede	M.D. - Mesa Directiva
Ed. - Escuela por Lima	C.H. - Colegio de Honor
P. - Escuela por Lima	C. - Colegio
Ed. - Escuela por Lima	E. - Escuela

**The Roadblocks:**

Eligible  $\xrightarrow{\text{V. Sel.}}$  (74)

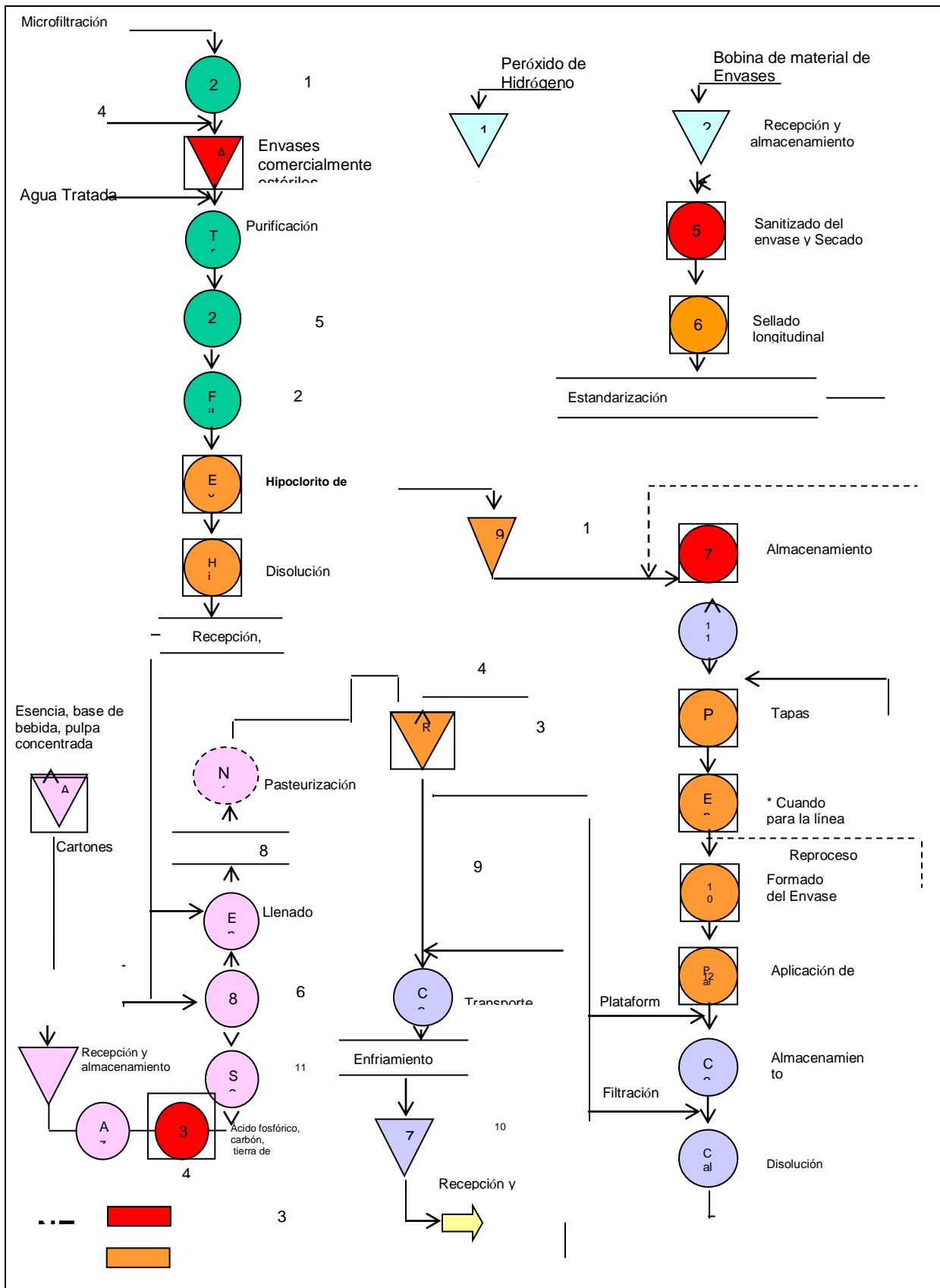
UnElig  $\xrightarrow{\text{EL}}$  (74)

Total  $\xrightarrow{\text{EL + V. Sel.}}$

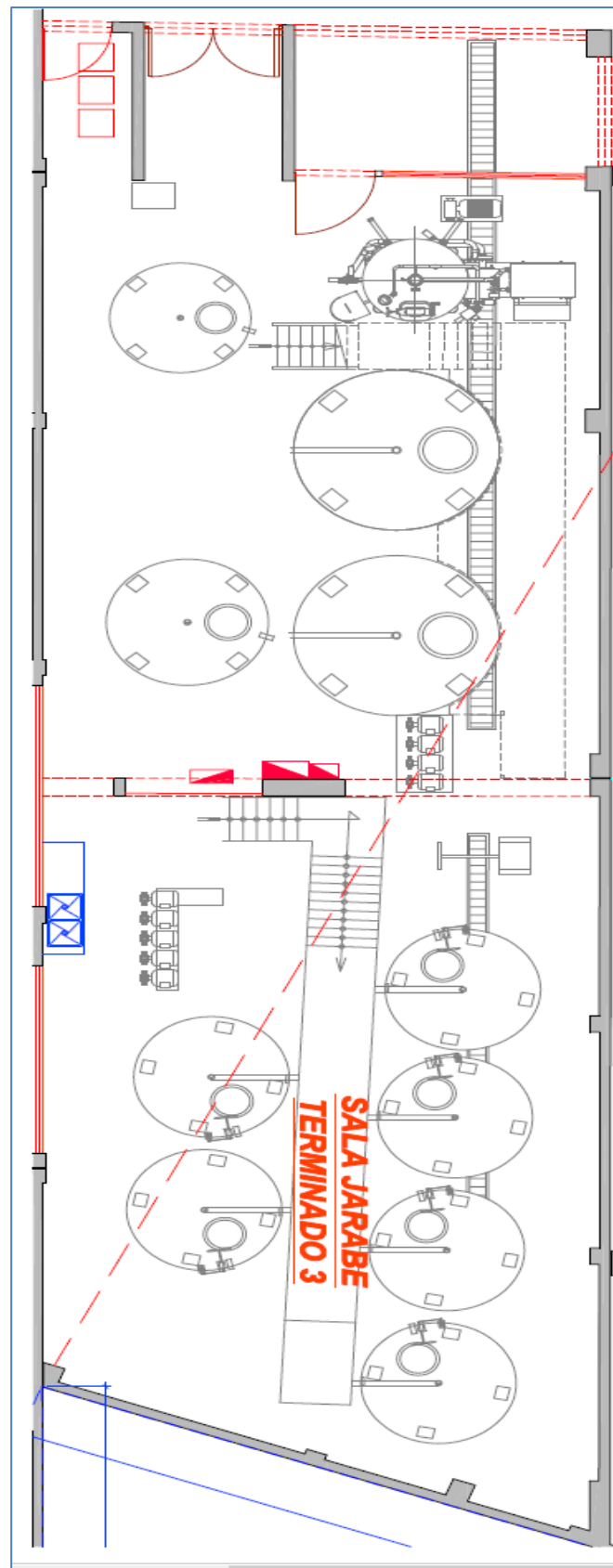
El presente documento caduca a los 5 días de su fecha de impresión. Debe considerarse Copia No Controlada. 18/12/2018 02:20

## Anexo 16: DOP - Tetra Pak 1500 ml

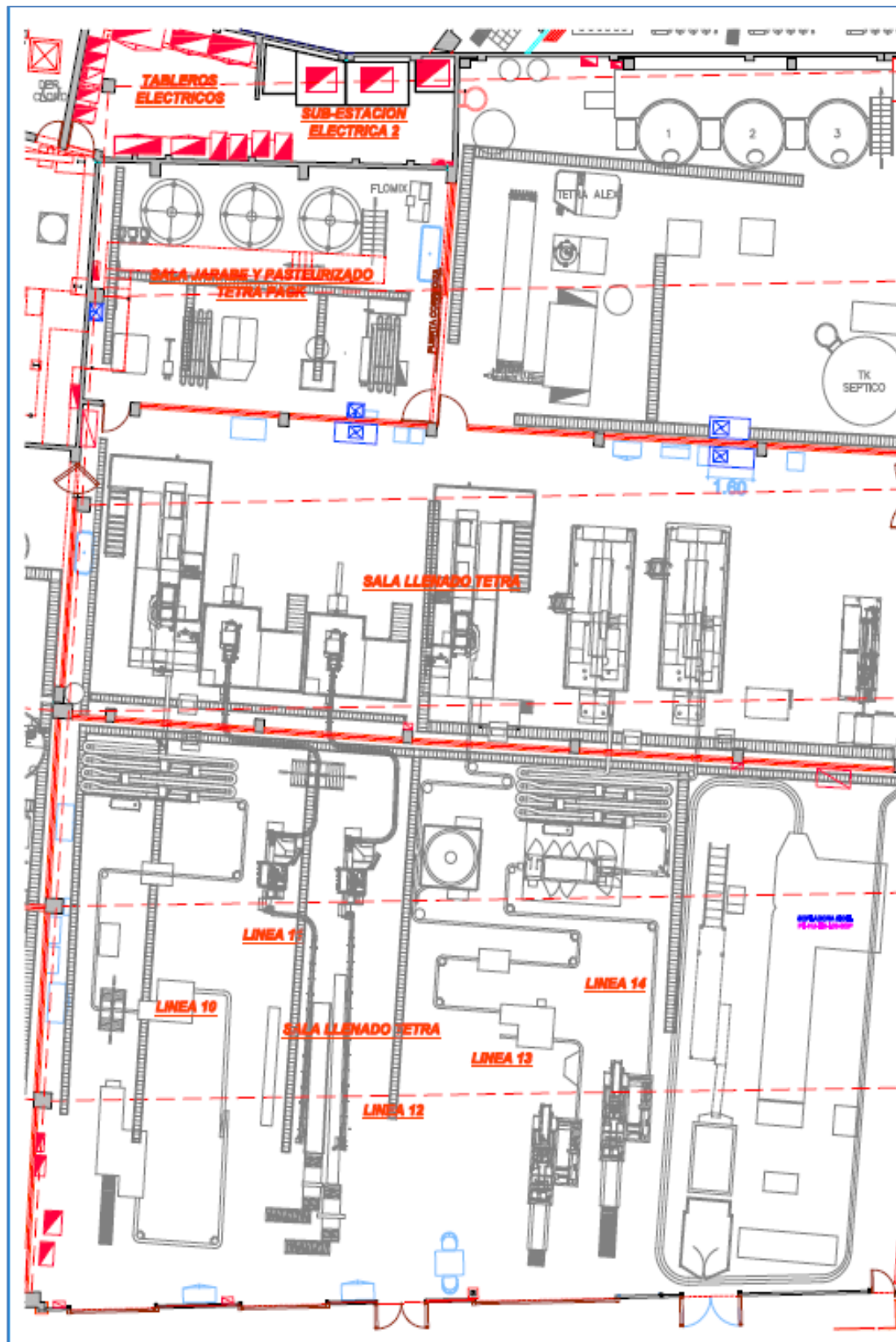
4



*Anexo 17: Layout - Área de Envasado y Pasteurizado*



Anexo 18: Layout - Área de Jarabe Néctar



## Anexo 19 Revisión de plan RCM – Responsables

Jesus M.	JM	REVISIÓN DE PLANES RCM - RESPONSABLES								
Victor S.	VS									
Elliel M.	EM									
Rotación Responsabilidades										
Actividad	Frecuencia	Febr ero Sema na 9	Marz o Sema na 10	Marz o Sema na 11	Marz o Sema na 12	Marz o Sema na 13	Abril Sema na 14	Abril Sema na 15	Abril Sema na 16	Mayo Semana 17
Cierre de Ot's	Diaria	EM	JM	EM	JM	EM	JM	EM	JM	
Generacion de OT's	Diaria	JM	EM	JM	EM	JM	EM	JM	EM	
Programacion de PCC's, lub, instrumentación	Diaria	JM	EM	JM	EM	JM	EM	JM	EM	
Subir informació n a GIM	1 / semana	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	
Cartillas de Lubricación	2 / semana	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	Culmina plan piloto
Plan de Equipos Auxiliares			VS	VS	VS					
Kpi de mantenimi ento	2/ Semana	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	
Actualizaci on de Stock	Diaria	EM	JM	EM	JM	EM	JM	EM	JM	
Descarga de inventarios	1 / semana	EM	JM	EM	JM	EM	JM	EM	JM	
Responsabilidades										
Planea miento	Paradas Mayores									
	Validación de Programa diario									
	Planes de Mantenimiento (RCM)									
Supervi sión	Carga diaria de Horas									
	Salidas de almacén									
	Atención de problemas en planta									

## Anexo 20 Plan de avance RCM

										Etiqu				Descor				Identil				Repue				AMEF			
										Gabriel C.	2	2	2																
										Martin G.	49	49	49	20															
										Waldo B.	40	40	40	22															
										Total ge	91	91	91	42															
PLAN DE AVANCE RCM																													
ITE	EQUIPOS	Respon- ble	Priorid	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	STATU	Comentari	Feb-18				Mar-18				Abr-18											
				Descom- Funcion	Identific- ion Ac	Repuest- s	AMEF			Sen	Sen	Sem	Sem	Sen	Sen	Sem	Sem	Sen	Sen	Sem	Sem	Sen	Sen	Sem	Sem	Sen	Sen	Sem	Sem
1	ABASTECEDOR DE TAPAS L4	Waldo B.	Media	1	2	3								3															
2	ABASTECEDOR DE TAPAS MESAL	Martin G.	Media	1	2	3													3										
3	ABASTECEDOR DE TAPAS MESAL	Martin G.	Media	1	2	3													3										
4	ABASTECEDOR DE TAPAS SPORT CAPS	Martin G.	Media	1	2	3													3										
5	ABASTECEDOR DE TAPAS L22	Waldo B.	Media	1	2	3								3															
6	ABASTECEDOR DE TAPAS L24	Waldo B.	Media	1	2	3								3															
7	CAPSULADOR EXTERNO	Martin G.	Media	1	2	3	4															3							
8	CIP	Waldo B.	Media	1	2	3									3														
9	CODIFICADOR	Martin G.	Media	1	2	3													3										
10	DESPALETIZADOR	Martin G.	Alta	1	2	3	4															4							
11	DETECTOR DE YACIO	Martin G.	Media	1	2	3													3										
12	DIVISOR DE PAQUETES	Waldo B.	Media	1	2	3									3														
13	DOSIFICADOR DE NITROGENO	Martin G.	Alta	1	2	3	4																				4		
14	EMPACADORA TECMI	Martin G.	Alta	1	2	3	4											4											
15	EMPACADORA MESAL	Waldo B.	Alta	1	2	3	4																					1	
16	EMPACADORA SMI	Waldo B.	Alta	1	2	3	4						1														2		
17	ENVOLVEDORA DE PALETS	Waldo B.	Alta	1	2	3	4																					1	
18	EQUIPO UV	Martin G.	Alta	1	2	3	4		Apova						4														

Yo, Marco Antonio Meza Velásquez, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

"Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018", del estudiante Macedo Sajami, José Carlos), constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 18 de Enero del 2019

  
Mg. Marco Antonio Meza Velásquez

DNI: 06252711

 Elaboró:  Dirección de Investigación	Revisó:  Responsable del SGC	 Aprobó:  Vicerectorado de Investigación
---	--	--



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCNF) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak - Lurigincho 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

José Carlos Macedo Sajani

ASESOR:

Mg. Mariela Rios Zuñiga Yáñez

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Lima - Perú

2018 - II

Resumen de coincidencias	
24 %	
1	repositorio ucv.edu.pe 9 %
2	tesis.ucv.edu.pe 2 %
3	repositorio ucv.edu.pe 1 %
4	repositorio ucv.edu.pe 1 %
5	docuay.es 1 %
6	Entregado a Universidad 1 %
7	es.ariel.com 1 %
8	repositorio ucv.edu.pe 1 %
9	repositorio ucv.edu.pe 1 %
10	www.sacsaens.com <1 %

*[Handwritten signature]*  
18.01.19



Yo José Carlos Macedo Sajami, identificado con DNI N° 42965505, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak-Lurigancho 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
.....  
José Carlos Macedo Sajami

DNI: 42965505

Fecha: 12 de Febrero del 2019



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	---------------------------------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
DE

**Mg. Óscar Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

José Carlos Macedo Sajami

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)  
para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra  
Pak- Lurigancho 2018.”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 14/12/18

NOTA O MENCIÓN: 15 Quince



---

**Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez**